

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ALERTAS EN MAQUINA  
EMPAQUETADORA PARA EVITAR ACCIDENTES**

**JOSE LUIS LONDOÑO MEJIA  
JOSE LUIS MORALES BEDOYA  
JUAN CARLOS URAN RESTREPO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA  
MEDELLÍN  
2016**

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ALERTAS EN MAQUINA  
EMPAQUETADORA PARA EVITAR ACCIDENTES**

**JOSE LUIS LONDOÑO MEJIA  
JOSE LUIS MORALES BEDOYA  
JUAN CARLOS URAN RESTREPO**

**Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Mecatrónica**

**Asesor**

**Carlos Alberto Valencia Hernández  
Magister en Automatización y Control Industrial**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA  
MEDELLÍN  
2016**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.1 Descripción.....	14
1.2 Formulación .....	15
2. JUSTIFICACIÓN .....	16
3. OBJETIVOS .....	17
3.1 Objetivo general .....	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4. MARCO TEÓRICO.....	18
5. METODOLOGÍA .....	28
5.1 Tipo de proyecto.....	28
5.2 Método .....	28
5.4 Instrumentos de recolección de información .....	28
5.4.1 Fuentes primarias.....	28
5.4.2 Fuentes secundarias .....	29
6. CARACTERIZACION DE LOS SENSORES DE FORMA EXPERIMENTAL.....	29
7. IDENTIFICACION DEL CIRCUITO ELECTRICO del sistema de alertas en maquina empaquetadora .....	38
8. REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA Y LABORATORIO DE EMPAQUES .....	42
10. CONCLUSIONES .....	48
11. RECOMENDACIONES.....	49
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
13. BIBLIOGRAFIA .....	52

14. ANEXOS ..... 53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barrera Perimetral .....	22
Figura 2. Barrera Infrarroja.....	24
Figura 3. Tipos de sensores.....	26
Figura 4. Sensor Ultrasónico Industrial .....	27
Figura 5. Diodo LED .....	30
Figura 6. LED .....	30
Figura 7. LED de infrarrojos (IRLED) .....	31
Figura 8. Fotodiodo.....	31
Figura 9. Sistema de Cableado.....	32
Figura 10. Ángulos de regulación.....	33
Figura 11. Orientación vertical y horizontal .....	34
Figura 12. Calibrado a través del Test Point.....	35
Figura 13. Configuración Óptica Transmisión .....	35
Figura 14. Configuración Óptica Receptor.....	36
Figura 15. Identificación en secuencia de los Tx y Rx .....	37
Figura 16. Primera fase del Circuito Eléctrico.....	38
Figura 17. Segunda fase del Circuito Eléctrico .....	39
Figura 18. Tercera fase del Circuito Eléctrico .....	39
Figura 19. Plano del Circuito Eléctrico.....	40
Figura 20. Alerta visual.....	41
Figura 21. Alerta Sonora.....	41
Figura 22. Visualización de la detección de la persona en posición frontal .....	42
Figura 23. Detección de la persona en posición lateral .....	43
Figura 24. Activación de alertas en ambas torres .....	43
Figura 25. Invasión de la línea de señalización para evitar el paso hacia la máquina.....	44
Figura 26. Activación del Sistema caminando sobre la línea de señalización.....	45
Figura 27. Activación de la Barrera Perimetral con medio cuerpo sobre la línea de señalización.....	45
Figura 28. Vista en planta del laboratorio de empaques .....	46

Figura 29. Vista lateral del laboratorio de empaques ..... 47

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. ....	19
Tabla 2. ....	34
Tabla 3. ....	36

**LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Cableado del motor de la baliza .....	53
Anexo B. Soldadura del cableado del motor de baliza .....	54
Anexo C. Perforación de la tapa superior de la torre que cuenta con la alerta visual.....	55
Anexo D. Óptica del transmisor.....	56
Anexo E. Óptica de los sensores.....	57
Anexo F. Torre de Visualización Paramétrica .....	58
Anexo G. Óptica del Receptor .....	59
Anexo H. Configuración de la torre de visualización paramétrica .....	60
Anexo I. Estructura interna de la torre de visualización paramétrica .....	61
Anexo J. Plano en 3D de la pieza de anclaje .....	62
Anexo K. Inicio del Anclaje de la torre de visualización paramétrica .....	63
Anexo L. Anclaje de tornillos de acero .....	64
Anexo M. Vista superior del anclaje de la torre de visualización paramétrica al piso .....	65



## **RESUMEN**

### **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ALERTAS EN MAQUINA EMPAQUETADORA PARA EVITAR ACCIDENTES**

**JOSE LUIS LONDOÑO MEJIA**  
**JOSE LUIS MORALES BEDOYA**  
**JUAN CARLOS URAN RESTREPO**

El presente trabajo de grado pretende mostrar los beneficios que trae consigo la implementación del sistema de alertas en la máquina empaquetadora de galletas, actualmente adecuada en la Institución Universitaria Pascual Bravo, cuya máquina fue donada por la compañía de galletas Noel. La metodología utilizada en el estudio incluyó un método bibliográfico para hacer uso de la información disponible y un método descriptivo para indicar las características técnicas y funcionamiento de los sensores. Para el desarrollo del estudio se contó con dos torres de visualización paramétrica proporcionadas por la institución, y donadas por la organización FORMEX S.A.S. inicialmente se realizó un estudio general de la máquina y se analizó el lugar donde debía ser adecuado el sistema de seguridad, finalmente se llevaron a cabo las pruebas correspondientes para verificar el correcto funcionamiento del sistema y de esta manera corregir posibles errores. Como resultados importantes se destaca que los sensores infrarrojos logran detectar al individuo u objeto que se encuentre en distintas posiciones, y se activan inmediatamente, tanto la alerta visual, como la auditiva.

*Palabras Claves:* accidente, haz de luz, riesgo mecánico, sensor, seguridad industrial

**ABSTRACT****IMPLEMENTATION OF A SYSTEM OF ALERTS IN MACHINE PACKER TO  
AVOID ACCIDENTS**

**JOSE LUIS LONDOÑO MEJIA**  
**JOSE LUIS MORALES BEDOYA**  
**JUAN CARLOS URAN RESTREPO**

The present work of degree aims to show the benefits that brings in the implementation of the system of alerts on the packing machine biscuits, currently adequately in the University Institution Pascual Bravo, whose machine was donated by the Galletas Noel. The methodology used in the study included a bibliographic method to make use of the information available and a descriptive method to indicate the technical characteristics and operation of the sensors. For the development of the study was with two towers of parametric displays provided by the institution, and donated by the organization FORMEX S.A.S. was initially conducted a general survey of the machine and analyzed the place where it should be appropriate to the security system, finally took out the relevant tests to check the correct operation of the system and in this way to correct possible errors. As significant results it is stressed that the infrared sensors fail to detect the individual or object that is in different positions, and are activated immediately, both the visual alert, as the hearing.

*Key words:* accident, light beam, mechanical risk, sensor, industrial safety

## GLOSARIO

**Empaquetamiento:** aquella acción de envolver las galletas con un plástico, unos dobleces y un par de soldaduras, y queda el paquete listo.

**Haz de luz:** es aquella que está formada por ondas, se puede propagar en línea recta y en todas las direcciones.

**Receptor:** es aquel que recibe la emisión de una señal eléctrica, telegráfica, telefónica y las transforma en sonidos o señales que se pueden oír o ver.

**Seguridad Periférica:** es un conjunto de sistemas electrónicos diseñados para la detección de objetos externos en un perímetro, este método de seguridad es mejor que los convencionales porque disuade y frena al intruso con antelación evitando el acceso de personas en las zonas de peligro de la máquina, convirtiéndose en una de las mejores barreras de seguridad.

**Sensor activo:** es aquel que está compuesto de un emisor y un receptor próximos entre ellos, normalmente forman parte de un mismo circuito integrado. El emisor es un diodo LED infrarrojo (IRED) y el receptor es el fototransistor.

**Sensor pasivo:** son aquellos formados únicamente por el fototransistor y lo que buscan es medir las radiaciones provenientes de los objetos.

**Transmisor:** es un equipo que transmite o emite una señal, código o mensaje a través de un medio, hace las veces de emisor.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado se refiere al tema de seguridad industrial, que se podría definir como aquella área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Partiendo de que por lo general en toda actividad industrial corremos peligros y que por ende requieren de una adecuada gestión. Los principales riesgos en las industrias están vinculados a los accidentes, que pueden tener impactos y perjudicar a grandes comunidades.

La característica principal de la seguridad industrial sería entonces, que lo que busca es la protección de los trabajadores y encontrar alternativas que se puedan implementar para el control de los riesgos. Cabe destacar que la seguridad industrial es muy relativa, debido a que no es posible garantizar que nunca se produzca ningún tipo de accidente.

Para analizar este tipo de problemática es necesario mencionar sus causas. Una de ellas es el descuido o desconocimiento. Entendiendo por descuido como la falta de interés o atención en la persona con lo que tiene a cargo o bajo su responsabilidad. Otra de las causas podría ser que no se implementan a tiempo medidas de prevención o de seguridad, como la innovación tecnológica, el recambio de maquinarias, capacitación a los trabajadores, entre otras.

La investigación se realizó en base a esta problemática social y el interés de conocer más a fondo las posibles alternativas de innovación tecnológica que se pueden implementar en la Institución, y que pueden traer consigo grandes beneficios, como brindar seguridad a la comunidad universitaria. Esto permitió identificar las grandes relaciones entre los sistemas de seguridad y los accidentes mecánicos.

Por otra parte, profundizar en la investigación desde la perspectiva de los estudiantes, fue un interés académico. Ya que aportamos por así decirlo, una base para los futuros profesionales que quieran realizar posibles modificaciones o innovaciones y que le puedan servir como insumo de conocimientos y experiencias significativas a la Institución Universitaria Pascual Bravo.

En el marco teórico metodológico se realizó en base a dos manuales de instalación de torres de visualización paramétrica. Pero durante la implementación, uno de los obstáculos fue la falta de información en los manuales sobre el funcionamiento y configuración de las torres.

Finalmente, en el trabajo se presentan: en el primer capítulo, el planteamiento del problema con sus respectivas justificaciones y los objetivos que se van a cumplir con el desarrollo del proyecto; el siguiente capítulo es en base a la teoría necesaria para la implementación del sistema de seguridad.

El tercer capítulo es la metodología empleada para la implementación del proyecto, seguido del análisis e interpretación de los resultados y por último se presentan las conclusiones y recomendaciones que se han dado como resultado de la realización de este proyecto.

Como soporte de lo realizado, se adjunta en anexos las fotos de las torres de visualización paramétrica y su correspondiente configuración.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción

En los últimos años se ha venido notando un aumento en los accidentes laborales por el uso de maquinaria, debido a que conforme avanzan los años y la tecnología el ser humano busca crear diferentes alternativas para facilitar las labores, reducir el trabajo que demanda el esfuerzo físico, ejecutar las tareas de forma ágil, sencilla y que permitan ofrecer productos y servicios de calidad. (Chinchilla Sibaja, 2000)

El trabajo de mantener, limpiar y regular la máquina, tiene una incidencia importante en los accidentes del trabajo en las distintas actividades económicas, como son: metalmecánica, minería, pesca, agricultura, silvicultura, manufactura y construcción. Se estima que un 75% de los accidentes con máquinas se evitarían con resguardos de seguridad. Sin embargo, el accidente se suele seguir atribuyendo a la imprudencia o temeridad del accidentado. (TecnifISO, s.f)

La mayoría de los accidentes tienen su origen en las partes móviles de las máquinas, como puntos de operación y elementos de transmisión. Desgraciadamente la mayoría de estos accidentes son graves y son generados por comportamientos permisivos de los operadores de máquinas. (TecnifISO, s.f)

Además, con frecuencia los elementos de seguridad existen pero la mayoría están mal diseñados, es decir, fabricados con materiales inadecuados o no se realizan las inspecciones necesarias y controles periódicos. Aspectos como estos dificultan la realización del trabajo e incluso constituyen un riesgo en sí mismos.

No es suficiente contar una máquina que brinde servicios educativos, sin realizar mejoras o adaptaciones a la misma que permitan un desempeño mucho más óptimo y seguro a los estudiantes que diariamente se interesan por conocer y aprender de la misma. Ahora más que nunca ha crecido el interés por la innovación tecnológica y sus distintas aplicaciones.

En este sentido, el trabajo tiene como finalidad, proponer la implementación de un sistema de seguridad en el área donde se encuentra actualmente instalada la máquina empaquetadora de galletas, para brindar de esta manera la seguridad que requieren los laboratoristas, docentes y estudiantes que realizan prácticas en dicha máquina. Partiendo de que la intervención y el mejoramiento de las máquinas y equipos constituyen un factor muy importante en la eficiencia de los procesos y reducción de riesgos.

## **1.2 Formulación**

¿La instalación de un sistema de alertas en la maquina empaquetadora de galletas, evitará los accidentes en laboratoristas, docentes y estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Dado a que en la actualidad el tema de la salud ocupacional es uno de los más importantes en las industrias, el reconocimiento de riesgos mecánicos para su prevención y corrección es un factor de suma importancia y un valor adicional en la seguridad industrial.

Además de contar con un estudio que proponga la implementación de un sistema de seguridad perimetral, los beneficios se extienden para toda la comunidad universitaria, pues se podrán identificar parámetros que se estaban pasando por alto.

Algunos de los beneficios son los siguientes:

- Reducción de costos operativos, ya que se evitaría la aparición de accidentes.
- Proporcionar seguridad y protección a las personas que hagan uso de la máquina.
- No se presentaría ninguna clase de peligro, ya que el sistema no tiene contacto directo con la persona u objeto.
- La respuesta del detector es clara y rápida.
- Mejorar la imagen de la Institución, ya que este proyecto les serviría como base a los estudiantes para próximos trabajos investigativos que tengan similitud o quieran realizar modificaciones del mismo.

Otro de los beneficios es que con este proyecto se promueve la búsqueda de nueva tecnología, mejoras y adaptaciones para la máquina empaquetadora.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Implementar un sistema de alertas en la máquina empaquetadora de galletas con el fin de evitar accidentes en la Institución Universitaria Pascual Bravo.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar los sensores de forma experimental.
- Identificación del circuito eléctrico del sistema de alertas en maquina empaquetadora.
- Realizar pruebas de funcionamiento en el laboratorio de electrónica y laboratorio de empaques.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes

En primer lugar se tiene que, en Octubre de 2009 fue presentado en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, el trabajo especial de grado **Implementación de un sistema de dispositivos y alertas de seguridad industrial de una troqueladora en la planta ecumatrix para disminuir accidentes laborales** por Tipán Guijarro, Maritza G., como requisito previo para la obtención del título de ingeniera mecánica

La investigación se enfoca en datos predominantes de tipo cuantitativo, los mismos que se obtienen de fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias les proporcionan información de primera mano, como la observación de la funcionabilidad de la troqueladora. Las secundarias de registros de accidentes en esta troqueladora.

Para la recolección de datos se llevaron a cabo varios métodos de investigación, uno de ellos es el de campo para anotar y verificar los eventos físicos que se dan, experimental para obtener información de funcionamiento de sensores y descriptivo para indicar las características técnicas y funcionamiento del sensor y sus accesorios necesarios para la instalación del sistema de seguridad en la troqueladora. El análisis de los resultados permitió determinar que con la implementación del sistema de dispositivo y alerta se pudo controlar que los operarios no ingresaran las manos a la mesa de la troqueladora cuando se encontraba en operación, deteniendo la parte de mando, lo que se traduce en la disminución de los accidentes en la planta, brindado

mayor confianza, seguridad a los operarios realizando un trabajo más seguro, evitando gastos médicos innecesarios para la empresa.

El estudio conduce y orienta esta investigación dado a que hace una invitación a profundizar en la implementación de tecnología, mejoras y adaptaciones a la maquinaria que generen riesgos mecánicos y que vayan en pro de la prevención y disminución de accidentes.

## 4.2 Marco Legal

Este proyecto de grado se encuentra desarrollado bajo los términos constitucionalmente legales que se dictan a continuación.

Tabla 1.  
*Marco Legal aplicable a nuestro proyecto*

Actor Legislativo	Autor Corporativo	Descripción
		<b>ARTÍCULO 267.</b> Los órganos móviles de las máquinas, motores, transmisiones, las piezas salientes y cualquier otro elemento o dispositivo mecánico que presente peligro para los trabajadores, deberán ser provistos de la adecuada protección por medio de guardas metálicas o resguardos de tela metálica que encierre éstas partes

**Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979**      **MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL**

(Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo).

Fuente: elaboración propia

expuestas a riesgos de accidente.

**ARTÍCULO 270.** Ningún trabajador quitará o anulará los resguardos, aparatos o dispositivos de seguridad que protejan una máquina o una parte de la misma que sea peligrosa, excepto cuando la máquina esté parada con el fin de arreglar o reparar dichos resguardos, accesorios o dispositivos.

**ARTÍCULO 271.** Todo trabajador está en la obligación de informar inmediatamente de los defectos o deficiencias que descubra en una máquina, resguardo, aparato o dispositivo.

**ARTÍCULO 274.** Se deberán tomar todas las medidas para resguardar adecuadamente el punto de operación de las máquinas, cuando esta condición pueda crear un riesgo para el operador. Toda máquina de tipo antiguo que no posea la protección debida será objeto de estudio para adaptar un resguardo adecuado en el punto de operación.

### 4.3 Marco Conceptual

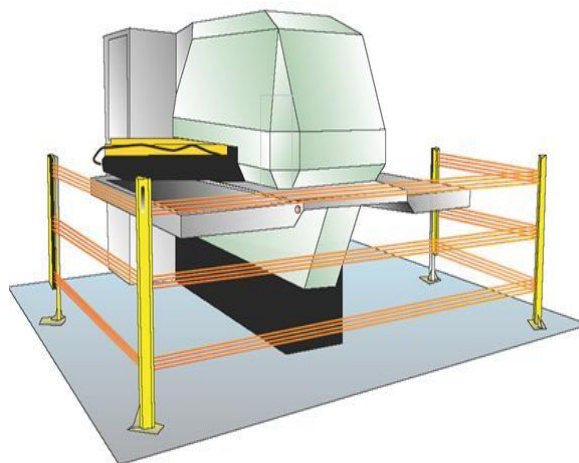
Nuestro proyecto se ubica dentro del marco de la prevención de accidentes mecánicos, más específicamente en el ámbito de la industria de alimentos. En este contexto realizamos la

metodología adecuada basada en el objeto de estudio que perseguimos y usamos a lo largo de la investigación un conjunto de conceptos básicos que revisamos a continuación.

**4.3.1 Accidente de Trabajo:** Todo accidente es una combinación de riesgo físico y error humano, se puede definir como un hecho en la cual ocurre, o no la lesión de una persona, dañando o no la propiedad; crea la posibilidad efectos ocasionados, tales como: el contacto de una persona con un objeto, sustancia u otra persona, exposición del individuo a ciertos riesgos latentes y movimientos de la misma persona. (Tipán, 2009)

**4.3.2 Barrera de protección perimetral:** la seguridad perimetral es un concepto emergente asume la integración de elementos y sistemas, tanto electrónicos como mecánicos, para la protección de perímetros físicos, detección de tentativas de intrusión y/o disuasión de intrusos en instalaciones especialmente sensibles. Entre estos sistemas cabe destacar los radares tácticos, video sensores, vallas sensorizadas, cables sensores, barreras de microondas e infrarrojos, concertinas, etc. (Intercontinental de Seguridad , 2011)

Los sistemas de seguridad perimetral pueden clasificarse según la geometría de su cobertura (volumétricos, superficiales, lineales, etc.), según el principio físico de actuación (cable de fibra óptica, cable de radiofrecuencia, cable de presión, cable microfónico, etc.) o bien por el sistema de soporte (auto soportados, soportados, enterrados, detección visual, etc.). (Intercontinental de Seguridad , 2011)



**Figura 1. Barrera Perimetral**

Fuente: extraído de [www.hotfrog.es](http://www.hotfrog.es)

**4.3.3 Elementos de Señalización:** elementos tales como sirena, balizas, entre otros. Utilizados para indicar una situación de peligro potencial, en una ubicación determinada, por este motivo son muy utilizados en maquinarias para guiar a las personas al lugar donde se encuentra la anomalía.

**4.3.4 Importancia de la Seguridad Industrial:** en el concepto moderno significa más que una simple situación de seguridad física, una situación de bienestar personal, un ambiente de trabajo idóneo, una economía de costos importante y una imagen de modernización y filosofía de vida humana en el marco de la actividad laboral contemporánea. (Tipán, 2009)

Si el accidente como resultado obedece a ciertos elementos dentro de un sistema de determinada estructura, el primer paso en la investigación consiste en el estudio del accidente y sus consecuencias. Para dar una idea bastante clara de la gran trascendencia del problema de la Seguridad Industrial, se presenta una serie de datos relacionados con los accidentes industriales como lo son: pérdida de salarios, gastos médicos y costos de seguros. (Tipán, 2009)

**4.3.5 Máquina empacadora de galletas:** estas máquinas han sido de mucha utilidad en la industria porque además de generar un aumento de la productividad, la variedad, la higiene, son equipos que disminuyen el desgaste de los empleados evitando lesiones, evitan sobre costos de seguridad social, entre otros; para las compañías que pueden realizar una transformación de un proceso manual a uno automático esta es una excelente opción ya que el tiempo de retorno de la inversión es rápido, por sus innumerables beneficios.

**4.3.6 Riesgo Mecánico:** se denomina riesgo mecánico al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos. (Corra, s.f.)

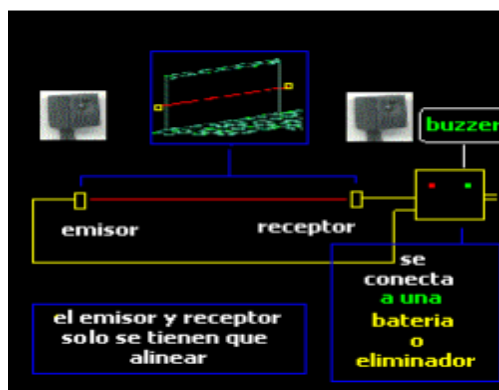
Las formas elementales del peligro mecánico son principalmente: aplastamiento, cizallamiento, corte, enganche, atrapamiento, arrastre, impacto, perforación, punzonamiento, fricción o abrasión y proyección de sólidos o fluidos. (Corra, s.f.)

**4.3.7 Sensor:** Es un aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. (Tipán, 2009)

**4.3.8 Sensor auto réflex:** la luz infrarroja viaja en línea recta, en el momento en que un objeto se interpone el haz de luz rebota contra este y cambia de dirección permitiendo que la luz sea enviada al receptor y el elemento sea censado, un objeto de color negro no es detectado ya que este color absorbe la luz y el sensor no experimenta cambios. (Tipán, 2009)

**4.3.9 Sensor de proximidad:** es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor. Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan. Los más comunes son los interruptores de posición, los detectores capacitivos, los inductivos y los fotoeléctricos, como el de infrarrojos. (Tipán, 2009)

**4.3.10 Sensor Infrarrojo:** los sensores infrarrojos están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas. Este componente puede tener la apariencia de un LED normal, la diferencia radica en que la luz emitida por él no es visible para el ojo humano, únicamente puede ser percibida por otros dispositivos electrónicos. ( Naranjo Contreras, Montoya García, Tobón Rivera , & Visbal Fernandez, 2009)



*Figura 2. Barrera Infrarroja*

Fuente: extraído de <file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/Sensor%20Infrarrojo%20-%20Grupo%20Naranja.pdf>

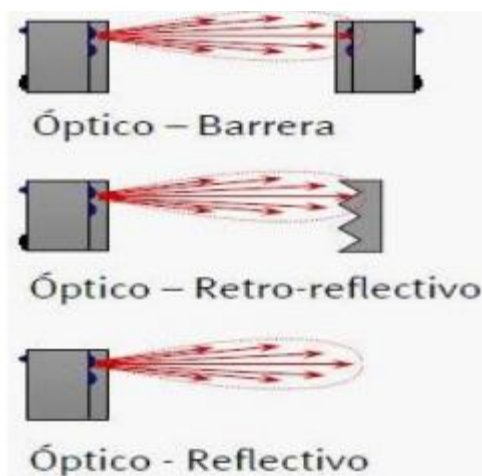
**Funcionamiento:** los rayos infrarrojos (IR) entran dentro del fototransistor donde encontramos un material piro eléctrico, natural o artificial, normalmente formando una lámina delgada dentro del nitrato de galio (GaN), nitrato de Cesio (CsNO<sub>3</sub>), derivados de la fenilpirazina, y ftalocianina de cobalto. Normalmente están integrados en diversas configuraciones (1, 2,4 píxels de material piro eléctrico). En el caso de parejas se acostumbra a



dar polaridades opuestas para trabajar con un amplificador diferencial, provocando la auto-cancelación de los incrementos de energía de IR y el desacoplamiento del equipo. (Tipán, 2009)

**4.3.11 Sensor infrarrojo de barrera:** las barreras tipo emisor-receptor están compuestas de dos partes, un componente que emite el haz de luz, y otro componente que lo recibe. Se establece un área de detección donde el objeto a detectar es reconocido cuando el mismo interrumpe el haz de luz. Debido a que el modo de operación de esta clase de sensores se basa en la interrupción del haz de luz, la detección no se ve afectada por el color, la textura o el brillo del objeto a detectar. Estos sensores operan de una manera precisa cuando el emisor y el receptor se encuentran alineados. Esto se debe a que la luz emitida siempre tiende a alejarse del centro de la trayectoria. (Tipán, 2009)

**4.3.12 Sensor réflex:** tienen el componente emisor y el componente receptor en un solo cuerpo, el haz de luz se establece mediante la utilización de un reflector catadióptrico. El objeto es detectado cuando el haz formado entre el componente emisor, el reflector y el componente receptor es interrumpido. Debido a esto, la detección no es afectada por el color del mismo. La ventaja de las barreras réflex es que el cableado es en un solo lado, a diferencia de las barreras emisor-receptor que es en ambos lados. (Tipán, 2009)



**Figura 3. Tipos de sensores**

Fuente: extraída de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1835/1/Tesis%20L.%20M.%2058%20-%20Tip%C3%A1n%20Guijarro%20Maritza%20Germania.pdf>

**4.3.13 Sensor Ultrasónico:** los "Sensores de Ultrasonidos" o "Sensores Ultrasónicos" son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar. Estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración. (Fundación Wikimedia, Inc, 2015)

Estos sensores trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, diferentes colores, superficies y de diferentes materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, sin embargo, han de ser deflectores de sonido. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, se valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco. (Fundación Wikimedia, Inc, 2015)



*Figura 4. Sensor Ultrasónico Industrial*

Fuente: extraído de [articulo.mercadolibre.com.ec](http://articulo.mercadolibre.com.ec)

**4.3.14. Sensor Láser:** es un dispositivo que permite detectar un objeto con gran precisión, es una especie de distanciometro orientado a tomar medidas milimétricas, con una aplicación muy industrial.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 Tipo de proyecto**

Las características fundamentales para la ejecución del proyecto de grado es utilizar un método bibliográfico para hacer uso de la información disponible y un método descriptivo para indicar las características técnicas y funcionamiento de los sensores, ya que busca conocer la situación del proceso y predecir que alteraciones puede tener y que mejoras puede realizársele para que tenga un funcionamiento mejor de lo esperado.

### **5.2 Método**

Para el desarrollo del trabajo se tuvo en cuenta el método de exploración, que se realiza visita al laboratorio y se identifica el requerimiento, se analiza que tipo de seguridad se le quiere dar al entorno y se plantea la propuesta de seguridad periférica que permite solucionar el acceso a la zona de riesgo, mediante la utilización de sensores que hace las veces de una barrera invisible y demarcara los límites permisibles a la máquina.

### **5.4 Instrumentos de recolección de información**

#### **5.4.1 Fuentes primarias**

Una de las técnicas que se tuvieron en cuenta para esta fase, es la de observación de la empacadora de galletas, ya que permite recopilar toda la información necesaria para la implementación del sistema de alertas. Información como: condiciones de funcionamiento, área de la máquina empacadora de galletas y modelo de la ubicación de los sensores. Además se consultó a docentes y profesionales con experiencia y conocimiento en la implementación de este tipo de sistemas.

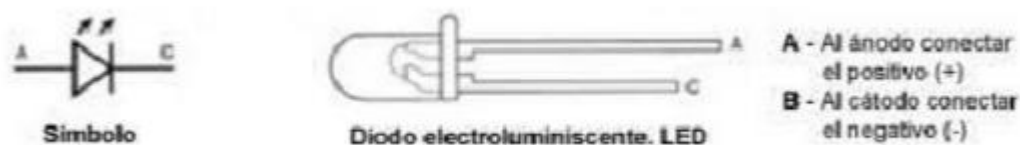
#### **5.4.2 Fuentes secundarias**

Son aquellos que se han publicado en las distintas bibliografías, recolectando propósitos diferentes para satisfacer las necesidades inmediatas de la investigación. Tales como: tesis, un ejemplo es el realizado en Octubre del 2009, denominado como: implementación de un sistema de dispositivos y alertas de seguridad industrial de una troqueladora en la planta ecuamatrix para disminuir accidentes laborales.

## **6. CARACTERIZACION DE LOS SENSORES DE FORMA EXPERIMENTAL**

**Diodo LED:** un diodo es un dispositivo electrónico provisto de dos electrodos, cátodo y ánodo, que tiene la propiedad de ser conductor en el sentido cátodo – ánodo, pero no en el inverso. El LED (del inglés Light Emitting Diode), es un diodo capaz de emitir luz al ser polarizado en el sentido directo. Produce una luz monocromática, tiene un bajo consumo y es muy empleado como elemento de señalización en aparatos y circuitos electrónicos. (OPTIMUSTRONIC, 2016)

OPTIMUSTRONIC (2016) afirma que el LED debe conectarse siempre respetando su polaridad, de lo contrario, no se ilumina. Dado que el LED es muy pequeño, se señalan el ánodo y el cátodo por la longitud de las patas.



**Figura 5. Diodo LED**

Fuente: extraído de <https://es.scribd.com/doc/3678453/SENSOR-INFRARROJO-Teoria-y-practica>



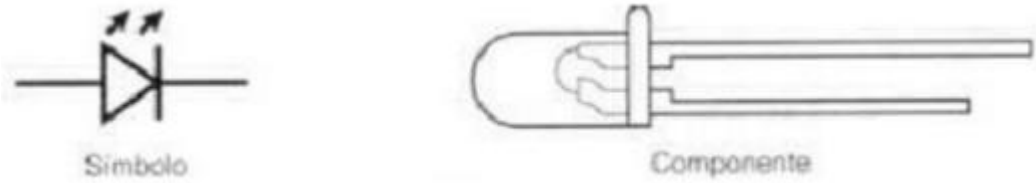
**Figura 6. LED**

Fuente: extraída de <http://jorgefloresvergaray.blogspot.com.co/2009/06/emision-recepcion-en-infrarrojos.html>

La pata mas larga (A) corresponde al ánodo al que se conectar el polo (+) y la pata corta (C) corresponde al cátodo al que se conecta el polo (-). Los colores de las cápsulas del LED pueden ser : rojo, amarillo o verde y los diámetros más usuales son 5 y 3 mm.

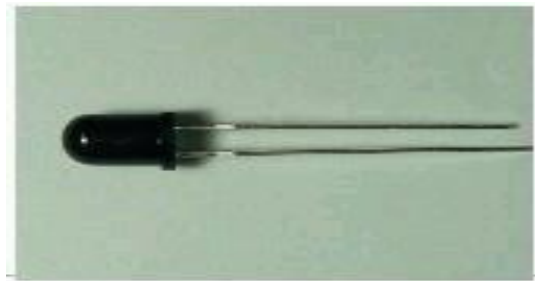
(OPTIMUSTRONIC, 2016)

LED de infrarrojos (IRLED): El diodo IRLED (del ingles Infrared Light Emitting Diode), es un emisor de rayos infrarrojos que son una radiación electromagnética situada en el espectro electromagnético, en el intervalo que va desde la luz visible a las microondas. Estos diodos se diferencian de los LED por el color de la cápsula que los envuelve que es de color azul o gris. El diámetro de ésta es generalmente 5 mm. (OPTIMUSTRONIC, 2016)



*Figura 7. LED de infrarrojos (IRLED)*

Fuente: extraído de <https://es.scribd.com/doc/3678453/SENSOR-INFRARROJO-Teoria-y-practica>



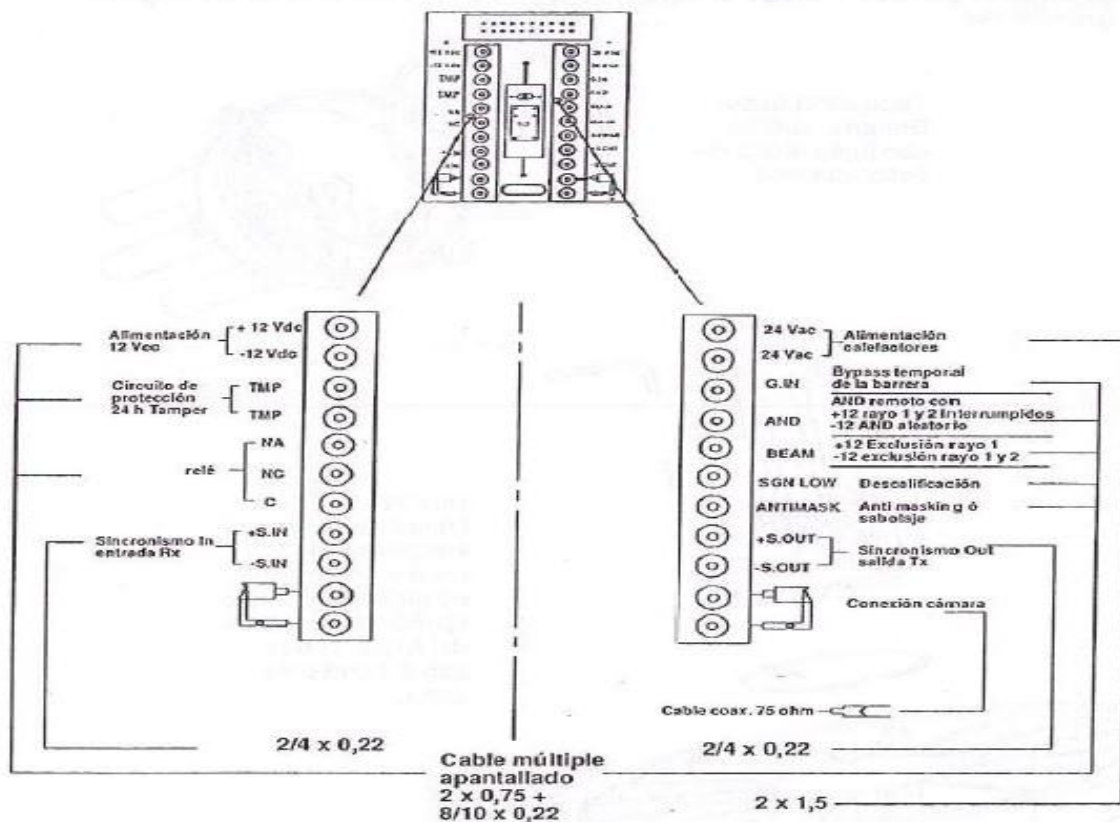
*Figura 8. Fotodiodo*

Fuente: extraída de <http://jorgefloresvergaray.blogspot.com.co/2009/06/emision-recepcion-en-infrarrojos.html>

Los rayos infrarrojos se caracterizan por ser portadores de calor radiante. Estos rayos son producidos en mayor o menor intensidad por cualquier objeto a temperatura superior al cero absoluto. (OPTIMUSTRONIC, 2016)

## 6.1 Configuración de las torres de visualización paramétrica

El cableado de la placa de bornas MES 9000 se realizó en base al siguiente plano.



**Figura 9. Sistema de Cableado**

Fuente: extraída del manual de uso e instalación del sistema anti-intrusión Parvis.

La calibración inicial se realiza en base a los ángulos de regulación, estos son ángulos admisibles de rotación horizontal y vertical de los espejos.

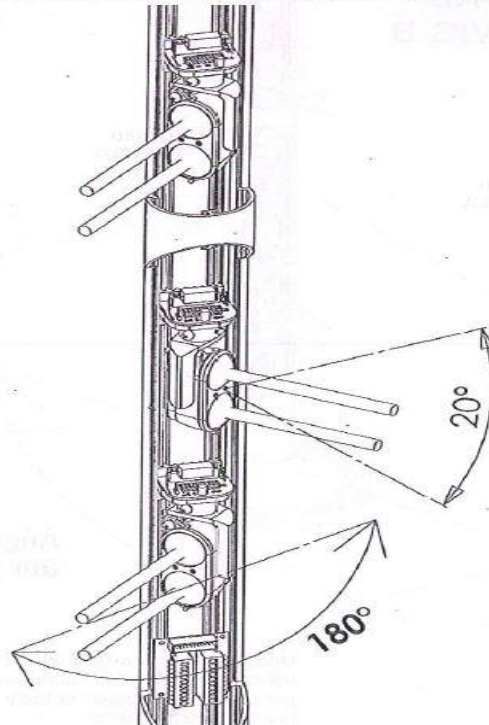


### Calibrado inicial

#### Ángulos de regulación

Los ángulos admisibles de rotación horizontal y vertical de los espejos son aquellos indicados en la figura, es decir :

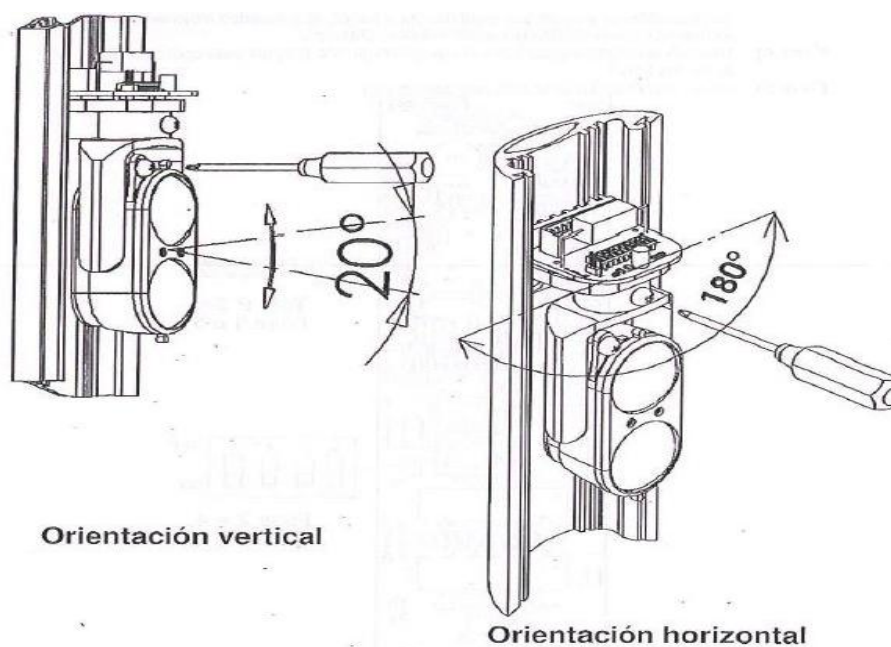
- Vertical:  $\pm 10^\circ$
- Orizzontale  $180^\circ$



**Figura 10. Ángulos de regulación**

Fuente: extraída del manual de uso e instalación del sistema anti-intrusión Parvis.

Para realizar la primera orientación se debe de obtener una alineación correcta, una vez instaladas las barreras, es necesario orientar los grupos opticos de los transmisores y los grupos opticos de los receptores los unos en direccion de los otros. Se contia con la regulacion de el porta-lentes en sentido horizontal por medio del movimiento manual, y en sentido vertical por medio de los tornillos frontales situados sobre el porta-lentes.



**Figura 11. Orientación vertical y horizontal**

Fuente: extraída del manual de uso e instalación del sistema anti-intrusión Parvis.

Se debe de realizar un calibrado completo de todo el sistema siguiendo los siguientes pasos que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.**  
*Calibrado del sistema*

<b>Paso 1</b>	Situamos el Jumper TEST P SET de la placa madre de los transmisores en la posición ON
<b>Paso 2</b>	Situamos en OFF el dip switch de dirección de la óptica que se desea alinear.
<b>Paso 3</b>	Se introduce el tester en el test point del receptor y seguidamente damos lugar a la verificación a través de pequeños movimientos del transmisor y del receptor la tensión máxima obtenida.
<b>Paso 4</b>	Después de estar alineado se recibe el dip switch en ON.
<b>Paso 5</b>	Se sitúa el puente TEST SET en posición OFF.

Fuente: diseño propio

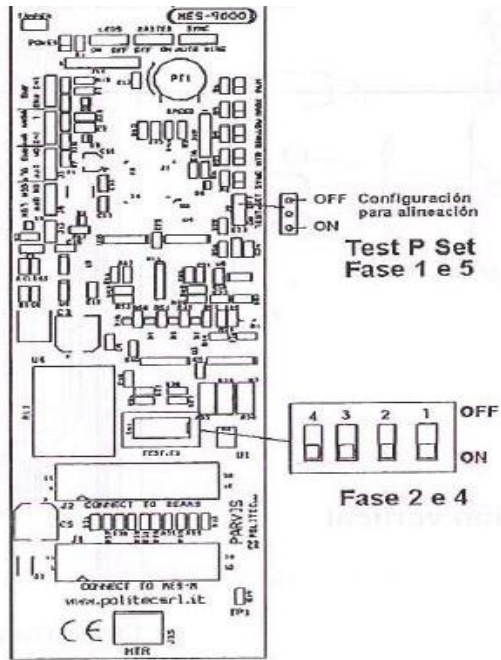


Figura 12. Calibrado a través del Test Point

Fuente: extraída del manual de uso e instalación del sistema anti-intrusión Parvis.

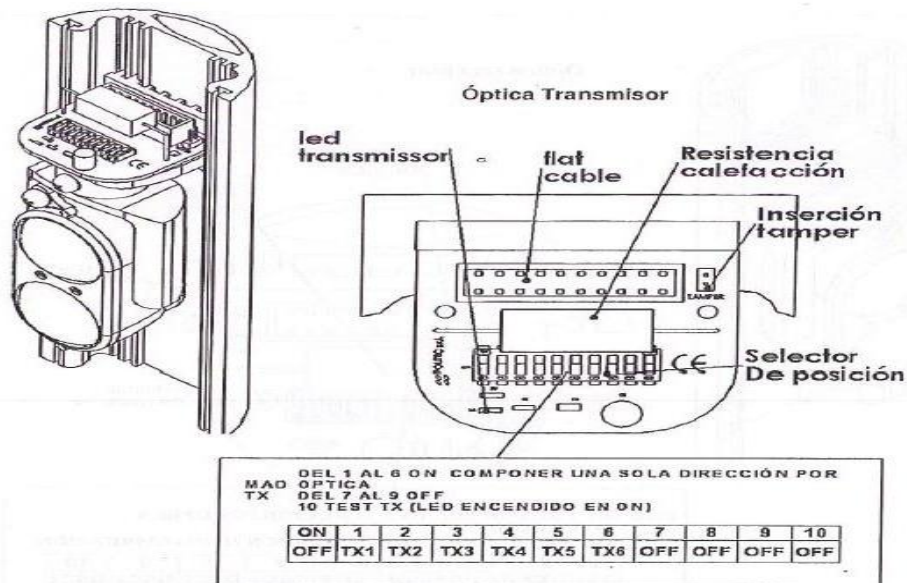
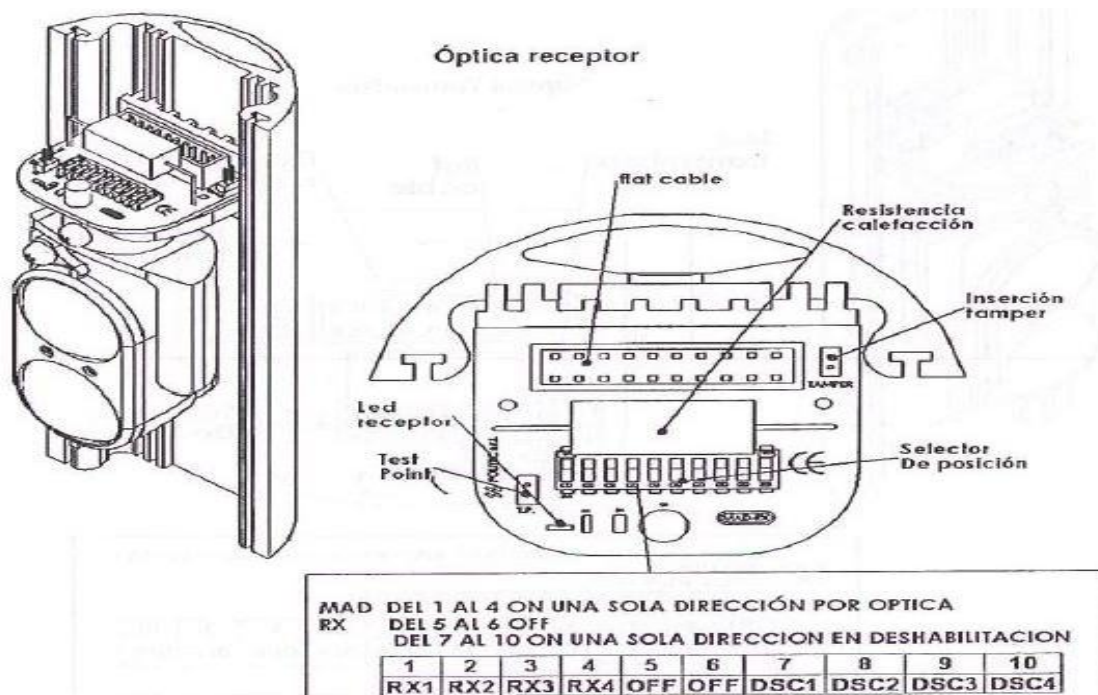


Figura 13. Configuración Óptica Transmisión

Fuente: extraída del manual de uso e instalación del sistema anti-intrusión Parvis.



**Figura 14. Configuración Óptica Receptor**

Fuente: extraída del manual de uso e instalación del sistema anti-intrusión Parvis.

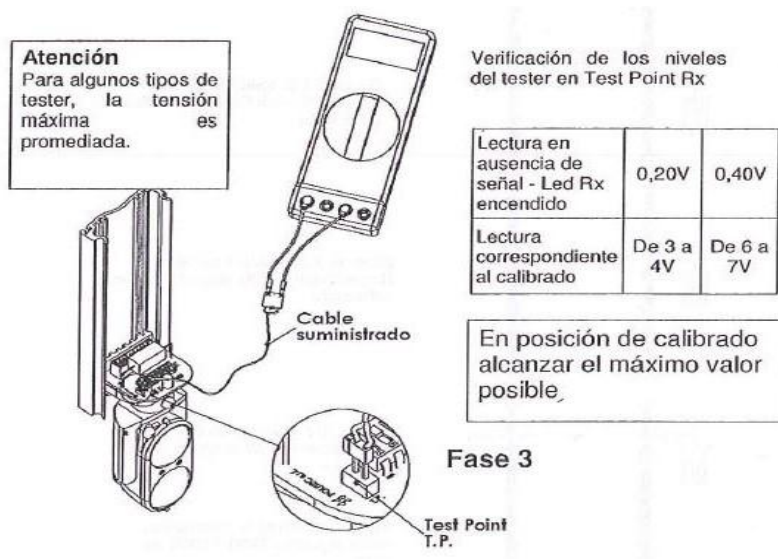
Su configuración (preprogramado) de identificación en secuencia de los Tx y de los Rx, se configuran con los siguientes pasos presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 3.**

*Configuración de los Tx y Rx*

Paso 1	Situamos el Jumper TEST P SET de la placa madre de los transmisores en la posición ON
Paso 2	Situamos en OFF el dip switch de dirección de la óptica que se desea alinear.
Paso 3	Se introduce el tester en el test point del receptor y seguidamente damos lugar a la verificación a través de pequeños movimientos del transmisor y del receptor la tensión máxima obtenida.
Paso 4	Después de estar alineado se recibe el dip switch en ON.
Paso 5	Se sitúa el puente TEST SET en posición OFF.

Fuente: diseño propio



**Figura 15. Identificación en secuencia de los Tx y Rx**

Fuente: extraída del manual de uso e instalación del sistema anti-intrusión Parvis.

## 7. IDENTIFICACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ALERTAS EN MÁQUINA EMPAQUETADORA

Para la realización del circuito eléctrico se tuvo en cuenta realizar con anterioridad las mediciones del laboratorio, ubicando los puntos estratégicos para la conexión de las torres de visualización paramétrica, como se observa en las siguientes imágenes:



*Figura 16. Primera fase del Circuito Eléctrico*  
Fuente: elaboración propia





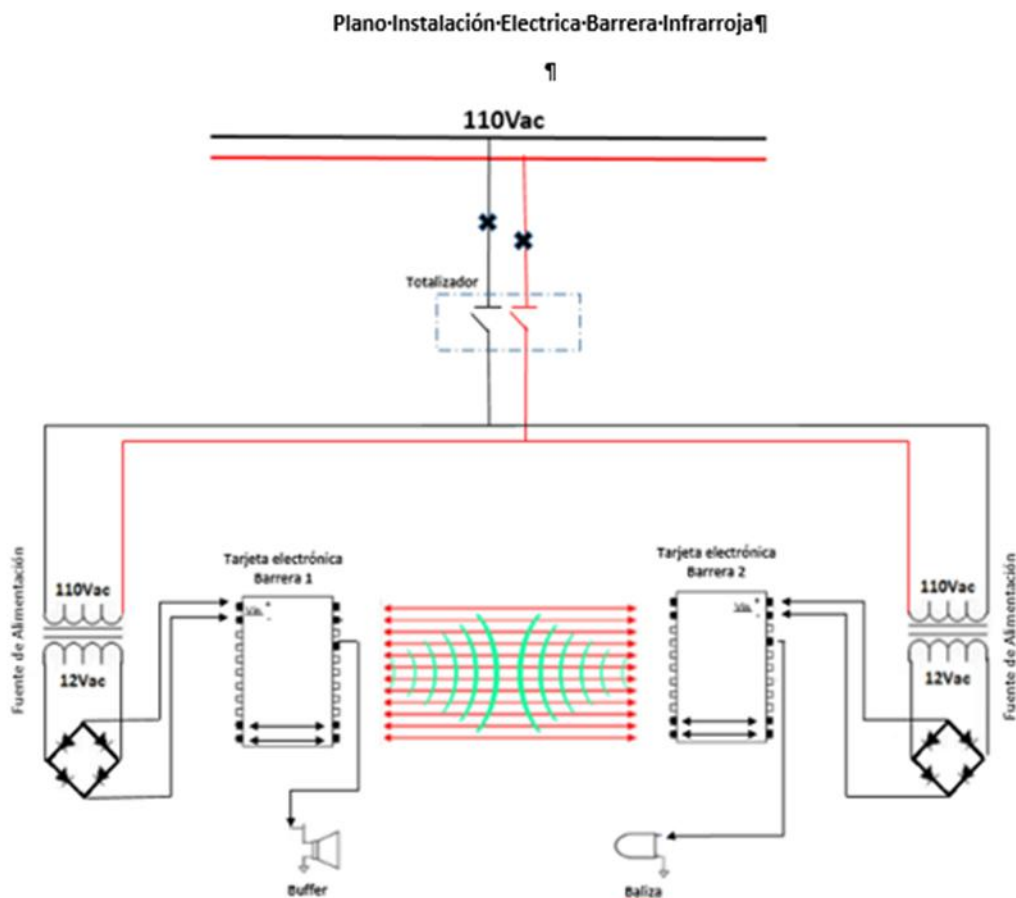
*Figura 17. Segunda fase del Circuito Eléctrico*  
Fuente: elaboración propia



*Figura 18. Tercera fase del Circuito Eléctrico*  
Fuente: elaboración propia

Se realizó una derivación de dos puntos de alimentación a 110 V con polo a tierra, por ser necesario para la alimentación de las torres de visualización paramétrica dicha tensión. La distancia que se requiere instalar es de 3 m para ambas torres, el circuito transformador es de 110 V AC a 12 V AC siendo necesario acondicionar dicho voltaje a una tensión de 12 V DC para el correcto funcionamiento del circuito electrónico interno.

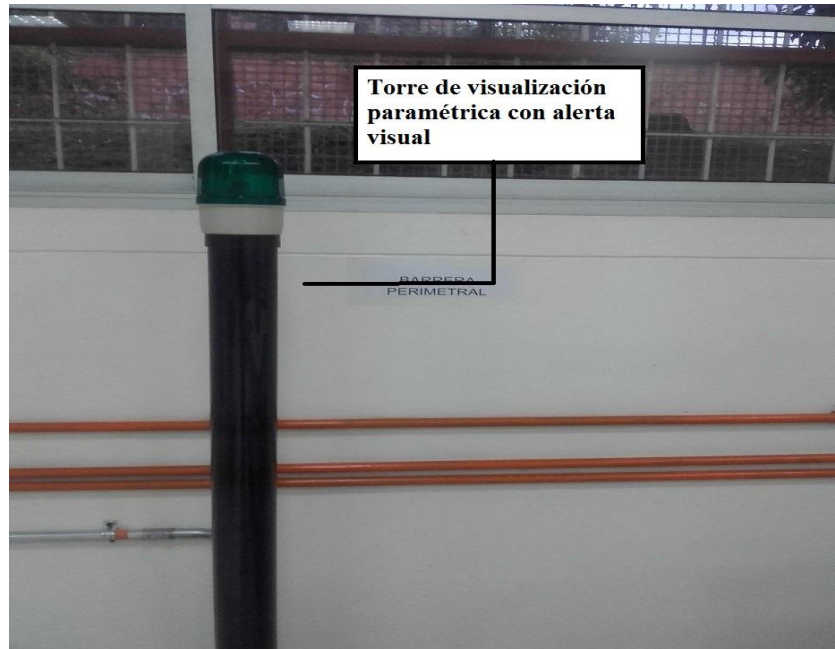
Una vez realizado el circuito eléctrico se procedió a la instalación de las torres de visualización paramétrica como se muestra en el siguiente plano:



**Figura 19. Plano del Circuito Eléctrico**

Fuente: elaboración propia





*Figura 20. Alerta visual*  
Fuente: elaboración propia



*Figura 21. Alerta Sonora*  
Fuente: elaboración propia

## 8. REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA Y LABORATORIO DE EMPAQUES

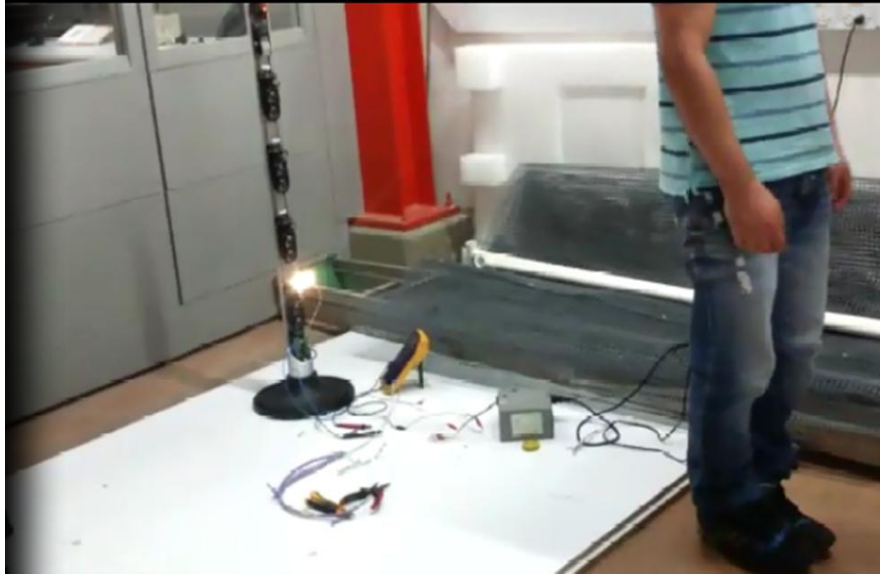
En el laboratorio de electrónica del bloque 4E, se llevaron a cabo distintas pruebas con las torres de visualización paramétrica, cuyo fin fue determinar el funcionamiento y realizar las correspondientes correcciones para su posterior instalación.



**Figura 22. Visualización de la detección de la persona en posición frontal**

Fuente: elaboración propia

Nota: en esta imagen se puede evidenciar que la persona se encuentra cruzando la barrera en posición frontal y se visualiza la señal de activación por medio de la luz encendida.



**Figura 23. Detección de la persona en posición lateral**

Fuente: elaboración propia

Nota: la persona se encuentra en posición lateral y el Sistema logra censarlo, se visualiza la activación de la alerta por medio de la luz encendida.



**Figura 24. Activación de alertas en ambas torres**

Fuente: elaboración propia

Nota: en esta imagen se puede evidenciar que la persona se encuentra cruzando la barrera en posición frontal y se visualiza la activación del Sistema de alertas en ambas torres por medio encendido de ambas luces.

En las pruebas se logró determinar que los sensores de barrera infrarroja se activan cuando se cortan dos haces adyacentes, es decir, se genera alerta y se activa la sirena cuando el individuo se encuentra en posición frontal o lateral intentando ingresar a la zona donde se encuentra actualmente la maquina empaquetadora de galletas.

Una vez implementado el sistema de alertas en el laboratorio de empaques, dónde se encuentra actualmente instalada la maquina empaquetadoras de galletas, se procedió a la ejecución de una diversidad de pruebas para concretar y asegurar su adecuado funcionamiento, en las cuales se dio la oportunidad de constatar que el sistema de alertas logra censar un brazo o una pierna, o cuando el individuo pasa rápidamente. Esto se da por que se logra cortar o apagar cualquiera de los haz doble de luz infrarroja.



**Figura 25. Invasión de la línea de señalización para evitar el paso hacia la máquina**

Fuente: elaboración propia

Nota: se logra visualizar la activación del Sistema de alertas al invadir con los dos pies la línea de señalización para evitar el cruce hacia la maquina



**Figura 26. Activación del Sistema caminando sobre la línea de señalización**

Fuente: elaboración propia

Nota: en esta imagen la persona camina por medio de la línea de señalización en dirección hacia la torre de visualización paramétrica y es detectado por el Sistema de alertas.



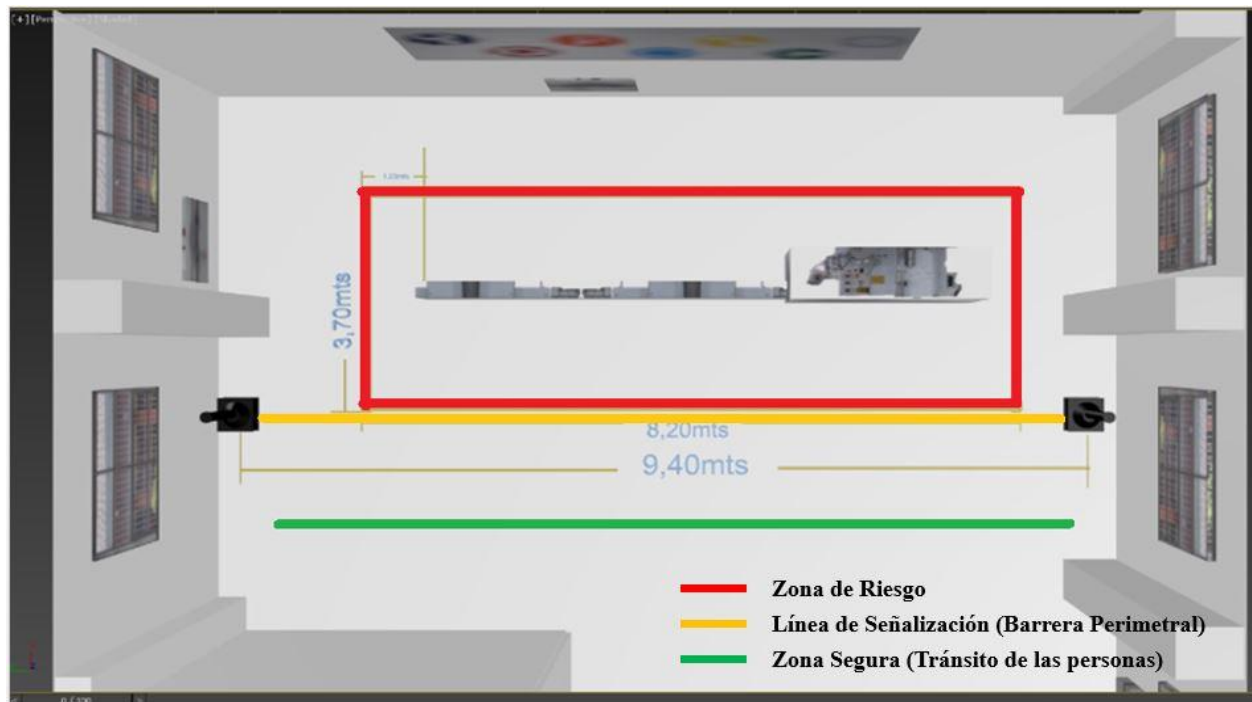
**Figura 27. Activación de la Barrera Perimetral con un pie sobre la línea de señalización**

Fuente: elaboración propia

Nota: se observa que al introducir un pie sobre la línea de señalización la barrera de inmediato detecta al intruso.



Por último, las distancias de detección de los sensores puestos en marcha dentro del laboratorio de empaques, tienen un alcance de 30 metros y las torres de visualización paramétrica detectan a la persona a una distancia de 30 centímetros antes de invadir la línea de señalización. Como se evidencia en el siguiente plano:



**Figura 28. Vista en planta del laboratorio de empaques**

Fuente: elaborado propia

Nota: en esta imagen se puede observar la ubicación de la máquina en el espacio, la zona de tránsito de las personas, la zona de riesgo, la ubicación de los sensores, y la distancia que existe entre los mismos.



**Figura 29. Vista lateral del laboratorio de empaques**

Fuente: elaboración propia

Nota: se contempla la ubicación de la máquina y por ende la ubicación del sistema de alertas, que se encuentra denominado como barrera perimetral.

## 10. CONCLUSIONES

- Al establecer un sistema de señalización y demarcación de seguridad, que cuente con alertas visuales y auditivas, se permite la difusión de mensajes de prevención, prohibición e información de una manera mucho más precisa, clara y de fácil entendimiento para las personas. E incluso para personas que padezcan una discapacidad, ya sea visual o auditiva.
- Finalmente, con la implementación del sistema de alertas en la Institución se logró concluir que se evitan los accidentes y les brinda una mayor seguridad y confianza a los laboratoristas, docentes y estudiantes que realizan actividades en la maquina empaquetadora de galletas, ya que el sistema funciona correctamente.
- Además, gracias a la implementacion del sistema de alertas en la Institucion se ha generado mucha mas relevancia e interes por parte de los estudiantes de conocer y profundizar acerca del funcionamiento de la maquina y por ende de las torres de visualizacion parametrica,



## 11. RECOMENDACIONES

- Crear capacitaciones constantes para concientizar a la comunidad universitaria sobre la funcionalidad y los beneficios que trae consigo el sistema de alertas en la Institución.
- Se debe realizar una calibración periódica para conservar y asegurar un continuo y adecuado funcionamiento del sistema de alertas.
- La característica principal del sistema de barrera infrarroja es que se puede implementar tanto en interiores como exteriores, no sólo en empresas, sino también en hogares, en fincas donde se quiera proteger el cultivo y el ganado, en colegios, cercados, en sí, donde se quiera asegurar el perímetro interno.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corra, C. A. (s.f.). *UCA* . Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=1653>.
- Chinchilla Sibaja, R. (2000). *SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. Costa Rica: EUNED.
- Fundación Wikimedia, Inc. (21 de Noviembre de 2015). *Wikipedia La Enciclopedia Libre* .  
Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_ultras%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico)
- Intercontinental de Seguridad . (2011). *Grupo Inter* . Obtenido de Grupo Inter Web site:  
<http://grupointer.net/barreras%20perimetrales.html?i5s1s3>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Resolución 2400. (1979). Obtenido de  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53565>
- Naranjo Contreras, K. T., Montoya García, J. J., Tobón Rivera , M., & Visbal Fernandez, D. E.  
(2009). *Sensor Infrarrojo*. Obtenido de <http://serverdie.alc.upv.es/asignaturas/PAEEES/2008-09/Sensor%20Infrarrojo%20%20Grupo%20Naranja.pdf>
- OPTIMUSTRONIC. (2016). *SENSOR INFRARROJO: Teoría y práctica*. [Web log post].  
Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/251535190/Normas-Apa-2015#scribd>
- Taizhou Bafu Machinery Co.,Ltd. [Bafú Machery]. (2014, Marzo 25). Máquina de las galletas de embalaje, máquina de envasado de galletas, empaquetadora galleta [Vídeo]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=6tGbwrtwnZ8>
- TeniFISO. (s.f). Riesgos de trabajo con máquinas. Obtenido de <http://www.fiso-web.org/Content/files/articulos-profesionales/4530.pdf>
- Tipán, Matitza. (2009). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DISPOSITIVOS Y ALERTAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DE UNA TROQUELADORA EN LA PLANTA ECUAMATRIZ PARA DISMINUIR ACCIDENTES LABORALES*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador
- Vergaray, J. (2009, 27 de junio). Emisión recepción en infrarrojos [Web log post]. Obtenido de

<http://jorgefloresvergaray.blogspot.com.co/2009/06/emision-recepcion-en-infrarrojos.html>

### 13. BIBLIOGRAFIA

Díaz, M.J, García, J.J, García, J.C, Ureña, J., Mazo, M., Losada, C., & Hernandez, A. (s.f).

Diseño de un enlace óptico basado en sensores infrarrojos con control automático de la potencia de emisión. Obtenido de [http://www.geintra-uah.org/system/files/private/Diseno\\_de\\_un\\_Enlace\\_Optico\\_basado\\_en\\_Sensores\\_Infrarros\\_ojos\\_SAAEI\\_DIAZ\\_06.pdf](http://www.geintra-uah.org/system/files/private/Diseno_de_un_Enlace_Optico_basado_en_Sensores_Infrarros_ojos_SAAEI_DIAZ_06.pdf)

Malpica, M. (2009). Sistema de detección perimetral para la supervisión de una Huerta Solar. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Salto, E. (2012, mayo 8). SENSORES Y CÁMARAS. [Vídeo]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Gpf4ordvJTM>

SSEGCHILE. (s.f). Rayos Perimetrales. [web log post]. Obtenido de <http://www.ssegchile.cl/perimetrales.html>

## 14. ANEXOS

### Anexo A. Cableado del motor de la baliza



## Anexo B. Soldadura del cableado del motor de baliza



**Anexo C. Perforación de la tapa superior de la torre que cuenta con la alerta visual**



### Anexo D. Óptica del transmisor

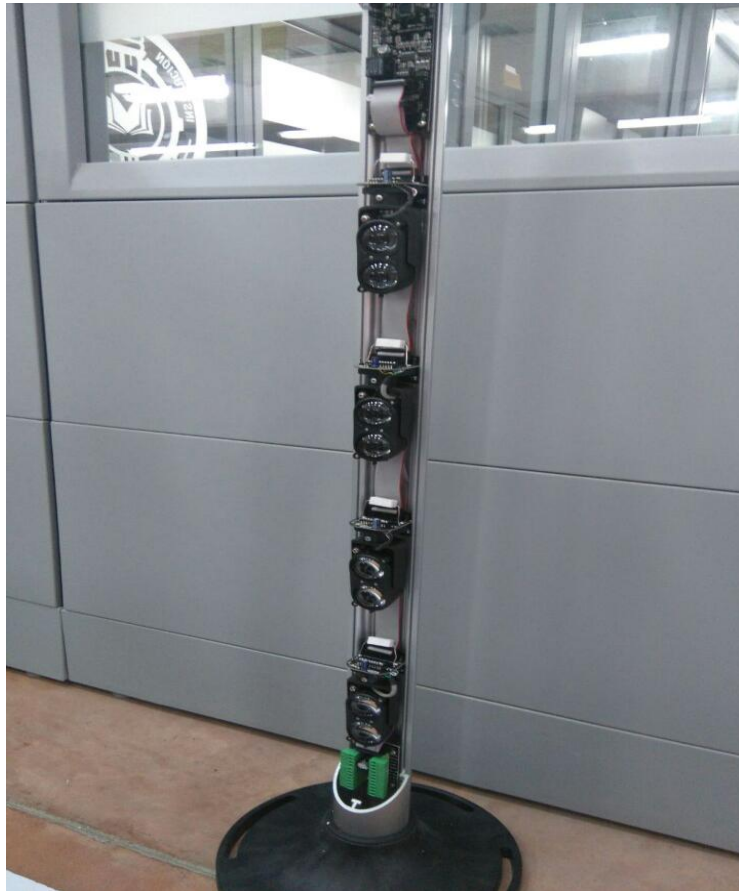




## Anexo E. Óptica de los sensores



## Anexo F. Torre de Visualización Paramétrica



**Anexo G. Óptica del Receptor**



## Anexo H. Configuración de la torre de visualización paramétrica



Anexo I. Estructura interna de la torre de visualización paramétrica



**Anexo J. Plano en 3D de la pieza de anclaje**



**Anexo K. Inicio del Anclaje de la torre de visualización paramétrica**



## Anexo L. Anclaje de tornillos de acero





**Anexo M. Vista superior del anclaje de la torre de visualización paramétrica al piso**

