UNIVERSIDAD DE ATACAMA

FACULTAD TECNOLOGICA

SEDE VALLENAR

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA A ESCALA PILOTO PARA PREVENIR DESBARRANCAMIENTOS EN CAMIONES DE EXTRACCIÓN

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el Título de Técnico Universitario en Minas

Profesor Guía: Mg Enrique Veragua Guerra

Alexis Antonio Fredes Salazar

Anderson Milovan Silva González

Sebastián Alonso Opazo Carmona

Vallenar, Chile 2024

Calificaciones

Dedicatoria

Dedico de manera especial a mis padres, ellos fueron primordiales para la construcción de mi vida profesional, siempre inculcándome los valores de responsabilidad e incentivando el deseo de superación personal, gracias a ellos por todo lo logrado. **Sebastián Opazo Carmona**

Dedico este largo y difícil proceso a mi pareja la cual me apoyo siempre y fue un pilar fundamental en este proceso y me ayudo para poder sacar esta carrera adelante, por otra parte, se lo dedico a mi familia, que también me apoyaron en todo este proceso y me aconsejaron e incentivaron a estudiar, también a mi padre que pertenece a este rubro y gracias a él decidí estudiar esta carrera. **Anderson Silva Gonzales**

Dedico todo el esfuerzo y sacrificio plasmado en este proceso de formación profesional, a mi pareja, ya que ella ha sido mi apoyo durante estos meses, guiándome en el camino y siempre ayudándome en mi toma de decisiones, por otro lado, se lo dedico a mi familia ya que no me han dejado solo en este proceso, siempre apoyándome desde lo más mínimo, en especial mi padre que pertenece a la industria minera y le ilusiona verme cumplir mis sueños, y por ultimo me dedico este proyecto a mí ya que, me ilusiona haber llegado tan lejos, al igual que el esfuerzo que he entregado durante estos años es incondicional y merezco todo lo que estoy logrando. **Alexis Fredes Salazar**

Agradecimientos

Mi especial agradecimiento es para mis padres Lizette y Sebastián por su amor incondicional y apoyo constante, su guía y sabiduría de ambos han sido fundamentales en mi formación y crecimiento personal, sin ellos nada de esto hubiera sido posible, por otro lado, también se encuentra mi novia Florencia que ha sido mi compañía en la mayoría de todo este proceso, siempre sabe que decir en los momentos donde sentía que me estaba rindiendo o desmotivando, ella siempre me subió el ánimo y me incentivo a seguir adelante. Mi bebe y regalón Thomas, quiero agradecerte por siempre esperarme con una sonrisa al llegar de clases, todo esto es para el, mi mayor motivación. También quiero agradecer a mi amigo y compañero Alexis Fredes por siempre ayudarme en todo y resolver mis dudas, A mi amigo Anderson Silva por ser mi compañero fiel en este proyecto, también a mí amigo Cristopher Villarroel por brindarme de sus conocimientos y siempre tener la disposición de ayudarme en este recorrido, simplemente gracias. **Sebastián Opazo Carmona**

La presente tesis agradezco especialmente a mi familia padre y madre José Silva , Evelyn González ya que fueron parte de este largo proceso académico y darle las gracias por siempre aconsejarme y guiarme por un buen camino para ser una mejor persona, también cabe recalcar que la vida me premio los padres que me tocaron , también a mi hermana, y especialmente a mi pareja Karla tabilo la cual también fue parte fundamental de este proceso y se mantuvo firme a mi lado para no rendirme, cada vez que sentía que no podía me daba una palabra de aliento y fue lo que me llevó a lograr este objetivo, también agradezco a mis compañeros de grupo por esforzarse para poder lograr este objetivo. Estoy totalmente agradecido de cada uno de ellos por haber sido parte de este proceso académico, sin la ayuda de ellos cada día no hubiera llegado a esta instancia. **Anderson Silva González**

En este proceso del desarrollo de nuestro proyecto de titulación, fue de suma importancia el apoyo de mi pareja Kyhara Vera, que estuvo a mi lado durante todo el camino apoyándome en las decisiones que tome para llegar hasta este punto, por otro lado, el apoyo de mis papas fue crucial para lograr la el propósito del proyecto al igual que su apoyo moral, así que nada más que muchas gracias a mi familia por estar allí siempre. Además, le agradezco a mis compañeros de grupo que aportaron todo su potencial académico demostrando su esfuerzo y compromiso con la industria minera. **Alexis Fredes Salazar**

INDICE DE CONTENIDO

Calificaciones ii

Dedicatoria iii

Agradecimientos iv

Resumen xii

Abstract 1

CAPITULO 1: MARCO INTRODUCTORIO 2

1.1 Introducción 2

1.2 Objetivo General 3

1.3 Objetivos Específicos 3

1.4 Planteamiento del problema 4

1.5 Antecedentes 5

1.6 Justificación 6

1.7 Alcances del proyecto 6

CAPITULO II MARCO TEORICO 7

2.1 Introducción 7

2.1.1 Teoría de investigación y recopilación de datos 7

2.1.1.1 Observación cualitativa 7

2.1.1.1.1 Análisis inductivo 7

2.1.1.1.2 Investigación natural 8

2.2 Industria Minera 8

2.2.1 Seguridad en la minera 8

2.2.2 Minería Cielo Abierto 9

2.2.2.1 Botadero minero 9

2.2.3 Operación en Minera Cielo abierto 9
2.2.3.1 Carguío y Transporte 10
2.2.4 Equipos utilizados en Minería Cielo abierto 10
2.2.4.1Camión alto tonelaje 11
2.3 Teoría de costos 12
2.3.1 Optimización de recursos 12
2.4 Electrónica 12
2.4.1 Componentes electrónicos 15
2.4.1.1 Modulo de luz LDR 16
2.4.1.1.1 Funcionamiento de modulo LDR 17
2.4.1.2 Dispositivo de comunicación por radiofrecuencia (RF) 18
2.4.1.2.1 Funcionamiento de dispositivo RF 19
2.4.1.3 Modulo sensor Diodo laser 19
2.4.1.4 Protoboard 20
2.4.1.5 Transistor 21
2.4.1.6 Resistencia 22
2.4.1.7 Regulador de voltaje 23
2.4.1.8 Capacitor 24
2.4.1.9 Pulsadores de 2 pines 25
2.4.1.10 Led 26
2.4.1.11 Formula del tiempo 26
2.4.1.11 Ley de ohm 27
2.4.1.12 Ley de Kirchhoff 27
CAPITULO III METODOLOGIA 28
3.1 Tipo de metodología 28

3.2 Carácter metodológico....28
3.3 Investigar y recopilar información sobre tecnologías similares....29
3.4 Identificar el entorno y analizar los materiales asociados....29
3.4.1 Recopilación y análisis de información sobre el área del botadero....30
3.4.2 Análisis de los materiales....30
3.5 Propuesta inicial del diseño y planificación del prototipo tecnológico a escala piloto....31
3.5.1 Investigación de la funcionalidad de los componentes principales....31
3.5.2 Creación de los diagramas eléctricos (croquis)....32
3.6 Desarrollo final del prototipo a escala piloto y pruebas de funcionalidad....34
3.6.1 Pruebas y mejoras del prototipo tecnológico....35
3.6.2 Pruebas de calidad....36
CAPITULO IV ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS....37
4.1. Resultados de las investigaciones....37
4.2. Resultados de la información descriptiva en el área del botadero....38
4.3 Resultados del análisis de costos....39
4.4 Resultados de la funcionalidad de los componentes....41
4.5 Resultados del desarrollo del prototipo....42
4.6 Resultados de las pruebas de calidad....47
CAPITULO VI CONCLUCIÓN....50
Bibliografía....52

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2 1Camion Caex 11
Ilustración 2 2Modulo LDR 16
Ilustración 2 3Modulo de Radiofrecuencia 18
Ilustración 2 4Protoboard 20
Ilustración 2 5Transistor 21
Ilustración 2 6 Resistencia 22
Ilustración 2 7Regulador de Voltaje 23
Ilustración 2 8 Capacitor 24
Ilustración 2 9 Pulsador de 2 Pines 25
Ilustración 2 10 Led 26

Ilustración 3 1Croquis Modulo LDR Trasmisor 32
Ilustración 3 2 Croquis Módulo Receptor 33
Ilustración 3 3 Maqueta para pruebas de calidad 36

Ilustración 4 1 Botadero Minero 38
Ilustración 4 2Modulo Transmisor (fase inicial) 42
Ilustración 4 3Modulo Receptor (Fase inicial) 43
Ilustración 4 4Modulo Transmisor LDR 44
Ilustración 4 5Modulo Receptor 45
Ilustración 4 6Modulo Transmisor LDR y Modulo Receptor 46
Ilustración 4 7 Maqueta escala piloto del Botadero 48
Ilustración 4 8 Botadero Minero 49

INDICE DE TABLAS

Tabla 3 1Tabla de Costos 30

Tabla 4 1Tabla de Costos 40

INDICE DE ECUACIONES

Ecuaciones 2 1Fórmula para calcular el tiempo 26
Ecuaciones 2 2Ley de OHM 27
Ecuaciones 2 3 ley de Kirchhoff 27

Ecuaciones 4 1Formulas para calcular el tiempo de demora de la señal 47

Resumen

El proyecto tiene una visión de mejorar la seguridad en el área de los botaderos en la industria minera, reduciendo el riesgo de accidentes y protegiendo a los trabajadores. La medida de seguridad que existe es considerada insuficiente, lo cual, significa un posible aumento de riesgo de accidentes.

Para abordar este desafío, se diseñó y se implementó un prototipo electrónico a escala piloto en el área de los botaderos. Este prototipo tiene como objetivo mejorar la seguridad y la eficiencia en el área. El proyecto se enfoca en la implementación de tecnologías para mejorar la seguridad y la eficiencia en la industria minera. El prototipo electrónico a escala piloto es una solución práctica y efectiva para abordar los desafíos de seguridad en el área de los botaderos.

La implementación del prototipo electrónico a escala piloto se llevó a cabo en varias etapas, incluyendo la identificación de los riesgos y las necesidades de seguridad en el área de los botaderos.

El proyecto demostró ser exitoso en la reducción del riesgo de accidentes y en la mejora de la eficiencia en el área de los botaderos. El prototipo electrónico a escala piloto ha demostrado ser una herramienta efectiva para mejorar la seguridad y la eficiencia en la industria minera.

Palabras clave: Seguridad, Botadero, Tecnológico, Prototipo, Riesgo, Escala piloto, Visión.

Abstract

The project has a vision of improving safety in the area of dumps in the mining industry, reducing the risk of accidents and protecting workers. The existing safety measure is considered insufficient, which means a possible increase in the risk of accidents.

To address this challenge, an electronic prototype was designed and implemented on a pilot scale in the area of the dumps. This prototype aims to improve safety and efficiency in the area. The project focuses on the implementation of technologies to improve safety and efficiency in the mining industry. The pilot-scale electronic prototype is a practical and effective solution to address safety challenges in the dumps area.

The implementation of the pilot-scale electronic prototype was carried out in several stages, including the identification of risks and safety needs in the dumps area.

The project proved to be successful in reducing the risk of accidents and improving efficiency in the landfill area. The pilot-scale electronic prototype has proven to be an effective tool for improving safety and efficiency in the mining industry.

Keywords: Safety, Landfill, Technological, Prototype, Risk, Pilot scale, vision.

CAPITULO 1: MARCO INTRODUCTORIO

1.1 Introducción

La seguridad en la industria minera es un aspecto crucial que principalmente busca proteger la vida y salud de los trabajadores, así como también, prevenir desastres en la propia mina, donde puede generar grandes costos y perdidas operacionales dentro de la empresa.

El presente proyecto se enfocará en desarrollar una nueva medida de control destinada a mejorar la seguridad en la zona de los botaderos, teniendo en cuenta que la salud de los trabajadores en el ámbito minero es un aspecto importante, dado que puede arrebatar las vidas de los trabajadores y trabajadoras, lo cual, no sería eficiente y ni productivo para la industria minera, cabe recalcar que, la industria minera es una de los grandes sustentos económicos de Chile, por ende, se debe invertir una suma bastante importante de dinero en medidas de control para disminuir las consecuencias de los riegos asociados a las tareas a realizar diariamente. En la actualidad, la única medida de control existente en la zona del botadero es un pretil de seguridad que equivale a un tercio de la altura de la rueda más grande de los camiones que operan en la faena. Sin embargo, el pretil ha demostrado ser insuficiente para contener los camiones, lo que significaría un riesgo considerable. La insuficiencia de medidas de control en esta área aumenta la probabilidad de accidentes, lo que pone en peligro la seguridad de los operadores. Este prototipo tiene como objetivo mejorar significativamente las medidas de seguridad en la zona del botadero y piques, reduciendo el riesgo de accidentes y protegiendo a los trabajadores. Al optimizar las condiciones de trabajo, se contribuirá no solo a la seguridad de los operarios, sino también a la eficiencia general de las operaciones mineras, respaldando así la estabilidad económica de la industria minera en Chile.

1.2 Objetivo General

Crear un sistema de prevención de desbarrancamiento en mineras cielo abierto, para camiones de carga pesada, mediante un prototipo tecnológico a escala piloto que mejore la seguridad del operador.

1.3 Objetivos Específicos

- Investigar y recopilar información sobre tecnologías existentes relacionadas con la prevención de desbarrancamientos en camiones de alto tonelaje, como base para el desarrollo del prototipo piloto.

- Identificar y evaluar los materiales más adecuados para el prototipo, teniendo en cuenta criterios como rendimiento, seguridad y costo, para obtener una estimación precisa del presupuesto requerido.

- Crear el diseño detallado del prototipo, permitiendo la planificación y ejecución eficiente del desarrollo del producto inicial.

- Desarrollar un prototipo tecnológico funcional a escala piloto para validar su desempeño y eficacia mediante pruebas exhaustivas y evaluación de su rendimiento en condiciones a escala piloto.

1.4 Planteamiento del problema

La minería ha sido históricamente una actividad con múltiples riesgos asociados, que han representado un desafío constante para la industria. Aunque herramientas tecnológicas y capacitaciones han reducido muchos de estos peligros, aun así, se encuentra un área vulnerable que requiere atención inmediata, cuya área es el botadero en las mineras open pit y los piques en las faenas subterráneas

Actualmente, la única medida de control implementada en esta área es una berma de seguridad, la que resulta ser insuficiente para detener un camión de alto tonelaje. A pesar de esto, siguen ocurriendo accidentes fatales y graves que ponen en riesgo la vida de los trabajadores y la seguridad de las operaciones

El principal riesgo del botadero, es el desbarrancamiento de camiones de extracción, que pueden perder el control en pendientes pronunciadas, esto puede resultar en volcamientos, colisiones y otros accidentes que pueden tener consecuencias devastadoras.

1.5 Antecedentes

En la industria de la minería, tanto como pequeña, mediana y grande, han existido accidentes en diversas ocasiones llevándose la vida de los trabajadores involucrados y siempre la industria minera buscan agregar medidas de control para mejorar situaciones críticas, introduciéndose al tema el sector donde se implementara este dispositivo es el botadero de material particulado, donde en base a investigaciones la única medida de control que existe es un pretil de seguridad que no supera 1/3 de la altura de la rueda, y se a demostrado que no es suficiente. Ya que en 2014 una mujer de 25 años perdió su vida tras sufrir un desbarrancamiento a una altura de 20 metros en el área del botadero, esto ocurrió en Codelco división Radomiro Tomic (Saez, 2014). En el año 2016 ocurrió un incidente donde casi se cae un camión de alto tonelaje por el botadero, esto ocurrió en la minera cerro colorado (Iquique, 2016). En el año 2018 ocurrió un incidente donde casi se cae un camión de alto tonelaje por el botadero, esto ocurrió en Codelco División Chuquicamata (Noticias, 2018). En el mismo año, pero en el mes de diciembre ocurrió algo similar donde un camión de alto tonelaje quedo colgando entre el pretil y el botadero, esto ocurrió en la minera centinela de Antofagasta minerales (Cooperativa, 2018). Por último, una información más actual que ocurrió en el año 2022 donde el trabajador de 50 años perdió la vida tras caer del botadero, esto ocurrió en Codelco División el Salvador (Atacama, 2022). Estos son algunos de los accidentes e incidentes que han ocurrido durante estos años para demostrar la fidelidad del proyecto y su falta en la industria minera.

1.6 Justificación

La seguridad en entornos de alto riesgo, como lo es en la Minería, es una preocupación constante, los accidentes pueden traer consecuencias para los operadores del camión CAEX, que pueden generar costos para la empresa y para los propios trabajadores que están operando el equipo. El prototipo tecnológico ofrece una solución practica para poder prevenir accidentes en el área del botadero de la mina.

1.7 Alcances del proyecto

El alcance del siguiente proyecto es para la industria minera cielo abierto que abarca desde la región de Tarapacá hasta la región de O'Higgins, dando una nueva propuesta que busca brindarle seguridad al operador, la implementación de este sistema de seguridad en el área de botadero tiene como propósito reducir los riesgos asociados a esta actividad.

Aparte de la Universidad de Atacama donde será expuesto el prototipo en tamaño piloto con el propósito de obtener el título universitario de minas.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 Introducción

En este capítulo se dará a conocer lo necesario para poder considerar la problemática de este proyecto tanto como, lo necesario para saber que es una minera a cielo abierto y los diferentes equipos que se desempeñan durante la jornada laboral, además de adquirir los conocimientos básicos de electrónica y funcionalidad de los diferentes componentes que se desempeñaran en el prototipo tecnológico tamaño piloto.

2.1.1 Teoría de investigación y recopilación de datos

2.1.1.1 Observación cualitativa

La observación cualitativa es el proceso de investigación que sirve para recopilar información o datos. Este método de investigación, dado que su enfoque es la observación, suele consumir más tiempo que la investigación cuantitativa pero el tamaño de la muestra que se utiliza para investigar suele ser mucho menor. (questionpro, 2024)

2.1.1.1.1 Análisis inductivo

Esta característica es una parte muy importante de la investigación observacional cualitativa ya que el entrevistador o los investigadores se sumergen en el grupo y se sincronizan con el tema.

El investigador puede formar cualquier hipótesis a través de las respuestas y trabajar para probarla, refutarla o incluso construir sobre ella. El investigador evalúa una gran cantidad de contenido, a esto se le conoce como análisis de contenido inductivo. (questionpro, 2024)

2.1.1.1.2 Investigación natural

Este tipo de observación cualitativa es el tipo de investigación que se centra en como las personas reaccionan o se comportan cuando se enfrentan a una situación de la vida real en un entorno natural.

Esta característica depende de la realidad de que las cosas en general son coherentes, consientes y predecibles. Por lo tanto, el investigador aquí tratara de controlar lo más posible el entorno en el que está ocurriendo el estudio de investigación, para que este se realice correctamente en su contexto. (questionpro, 2024)

2.2 Industria Minera

La minería es una industria amplia que abarca la extracción de diversos materiales del suelo. No solo varían los materiales, sino que también las ubicaciones, la minería superficial, a cielo abierto y subterránea. (Indsci, 2024).

2.2.1 Seguridad en la minera

La Seguridad Minera se refiere a las prácticas, procedimientos y reglamentos destinados a controlar y gestionar los diversos peligros asociados a las etapas del proyecto minero, desde la exploración hasta el cierre de faena. Se adoptan medidas bien estratégicas para prevenir accidentes, lesiones y muertes durante las operaciones, las empresas pueden salvaguardar eficazmente la salud y el bienestar del minero y minimizar su impacto en el medio ambiente. Mantener la seguridad en las minas beneficia tanto a la empresa como a la comunidad a la que pertenecen. (Safety culture, 2024)

2.2.2 Minería Cielo Abierto

Se llama minas a cielo abierto, y también minas a tajo (o rajo) abierto, a las explotaciones mineras que se desarrollan en la superficie del terreno, a diferencia de las subterráneas, que se desarrollan bajo ella. Para la explotación de una mina a cielo abierto, a veces, es necesario excavar, con medios mecánicos o con explosivos, los terrenos recubren o rodean la formación geológica que forma el yacimiento. Estos materiales se denominan, genéricamente, estéril, mientras que a la formación a explotar se le llama mineral. (Diaz, 2024).

2.2.2.1 Botadero minero

Los botaderos mineros son depósitos de rocas sin concentración de mineral de interés resultante de la explotación minera. (gidahatari, 2013)

2.2.3 Operación en Minera Cielo abierto

También llamadas a rajo abierto, las minas a cielo abierto son aquellas explotaciones mineras que tienen lugar en la superficie, a diferencia de las minas subterráneas. Esto es posible cuando el yacimiento brota en superficie o a muy pequeña profundidad. Empezó a realizarse a medidas del siglo XVI y se utiliza en todo el mundo. (Ingeoexpert, 2017)

Para que una mina a cielo abierto pueda ser llevado a cabo, es precisa la excavación (mediante maquinaria o explosivos) de terrenos que rodean al yacimiento. Aquel material que no sea aprovechable en las explotaciones es denominado estéril y se deposita en botaderos situados fuera del recinto de la mina, que se utilizara en el futuro para restaurarla una vez se agote el mineral en el yacimiento. (Ingeoexpert, 2017).

2.2.3.1 Carguío y Transporte

El carguío y el transporte son dos de las operaciones unitarias más importantes de la actividad minera, ya que permiten trasladar mineral a plantas de tratamiento, tales como la molienda, el chancado y para depositar el estéril en las zonas del botadero. Es necesario conocer controlar el procedimiento, así como las áreas de carga y descarga del material, los equipos a utilizar y las vías de acarreo. (Caseres, 2015).

2.2.4 Equipos utilizados en Minería Cielo abierto

La minería a rajo abierto es una técnica fundamental en la extracción de minerales y recursos naturales en todo el mundo. Con el avance eficaz de la tecnología, los equipos utilizados en Minas han evolucionado para aumentar la eficiencia y la seguridad en las operaciones. En este capítulo exploraremos algunos equipos más utilizados en mina a cielo abierto. (Opazo, 2024)

I. **Camion de Transporte**
II. Camion Aljibe
III. **Perforadora (DTH, TH)**
IV. **Cargador frontal**

2.2.4.1Camión alto tonelaje

Los camiones alto tonelaje están diseñados para ofrecer un mejor rendimiento y comodidad, además de ser construidos para una mayor durabilidad. Estos poderosos camiones de acarreo pueden transportar más material a un menor costo, con una capacidad de tolva que abarca desde las 130 toneladas hasta las 370 toneladas. (Cat, 2024). Pero como tiene muchas ventajas al momento de operarlo igual tiene desventajas tales como la poca visibilidad desde la cabina a su alrededor o su poca movilidad al momento de esquivar algún objeto, altos costos de operación, etc.

Ilustración 2 1Camion Caex



Fuente: (Matco, 2024)

2.3 Teoría de costos

La estructura de costos es un proceso que tiene por objetivo organizar de forma efectiva los costos dentro de la empresa y así mejorar la toma de decisiones. (Rodriges, 2024)

2.3.1 Optimización de recursos

La optimización de recursos es esencial para maximizar la eficiencia operativa y reducir el desperdicio. Al comprender como se asignan los recursos financieros, humanos y materiales en la empresa, los lideres pueden identificar áreas donde se están utilizando de manera ineficiente y tomar medidas para mejorar la eficiencia. Esto puede implicar la resignación de personal, la implementación de procesos más eficientes o la búsqueda de proveedores más rentables. (Rodriges, 2024)

2.4 Electrónica

La electrónica es la rama de la ciencia y tecnología que se encarga del estudio, el control y la aplicación de la producción y el procesamiento de las señales eléctricas a través de los gases, el vacío o de materiales conductores o semiconductores. Hace uso de movimientos controlados de electrones a través de esos diversos medios. La electrónica también estudia los dispositivos vinculados con los electrones, como tubos, diodos, válvulas, transistores y chips. (Saavedra, 2024)

- Principios de la electricidad: Dentro de la teoria basica de la electricidad, esta aquella que define las cargas positivas y negativas.

  Los atomos usualmente presentan igual cantidad de protones y electrones, en este caso decidimos que se trata de un atomo electricamente neutro. Sin embargo, bajo ciertas circustancias un atomo puede ganar o perder uno o mas electrones. Cuando un atomo gana uno o mas electrones (exceso de electrones) queda cargado negativaente y cuando un atoo pierde uno o mas electrones (exceso de protones) queda con carga electrica positiva.

  Por lo tanto llegamos a la conclusion que existen dos tipos de cargas electricas: positivas y negativas. Las cargas electricas del mismo signo se repelen y las cargas electricas de signo contrario se atraen.

  La corriente directa es aquella que fluye en una sola direccion (unidireccional o de sentido constante). Este tipo de corriente es proporcionada, por ejemplo: por las pilas (que se emplean en las linternas, radios etc) o bien por las baterias o acumuladores del automovil.

  La corriente alterna es aquella que cambia periódicamente de dirección, desplazándose una vez en una dirección y otras en dirección contraria. Este tipo de corriente es que la suministran las empresas de electricidad en casi todas las ciudades del mundo y es utilizada en nuestros hogares (electrodomésticos, equipos de sonido, televisión, computadoras etc.) y de la industria.

  Una corriente alterna puede transformarse en corriente continua por medio de dispositivos especiales denominados “rectificadores” obteniéndose una corriente rectificada. (Electricasas, 2024)

  El funcionamiento de la radio frecuencia se basa en el principio de la modulación de señal. La información que se desea transmitir se modula en una portada de alta frecuencia, loque permite que la señal viaje a largas distancias sin degradarse. La modulación puede ser de diferentes tipos, como la amplitud (AM) o la frecuencia (FM), dependiendo de la aplicación especifica.

Las ondas de radio frecuencia tienen diversas aplicaciones en nuestra vida cotidiana, como la comunicación a través de radios, televisión, internet inalámbrico y telefonía móvil. Además, también se utilizan en campos como la medicina, la industria y la investigación científica.

En resumen, la radio frecuencia es un tipo de onda electromagnética que se utiliza para la transmisión de señales. Funciona mediante la emisión y recepción de ondas electromagnéticas que transportan información. Su importancia radica en su capacidad para la comunicación inalámbrica y en su amplia gama de aplicaciones en diferentes campos. (frecuencia, 2023)

Principios de señal en base a la luz: Cuando la luz incide sobre el material semiconductor del cual está compuesta la fotorresistencia, los fotones incidentes proporcionan la energía necesaria para liberar electrones desde la banda de valencia hacia la banda de conducción. Este proceso genera portadores de carga contribuyendo a la conductividad eléctrica del material. La característica más distintiva de las fotorresistencias es su respuesta inversa a la intensidad lumínica. Cuando la luz incide sobre la superficie del semiconductor, la generación de portadores de carga resulta en una disminución de la resistencia. Este fenómeno establece una relación directa e inversa entre la intensidad de la luz incidente y la resistencia de la fotorresistencia, una propiedad critica para su aplicación en sistemas de control automático y dispositivos de regulación de luz. (Funciona, 2023)

2.4.1 Componentes electrónicos

Los componentes electrónicos son todos aquellos dispositivos que forman parte de un circuito electrónico. Los podemos encontrar de carcasa compuesta por metal, plástico o cerámica.

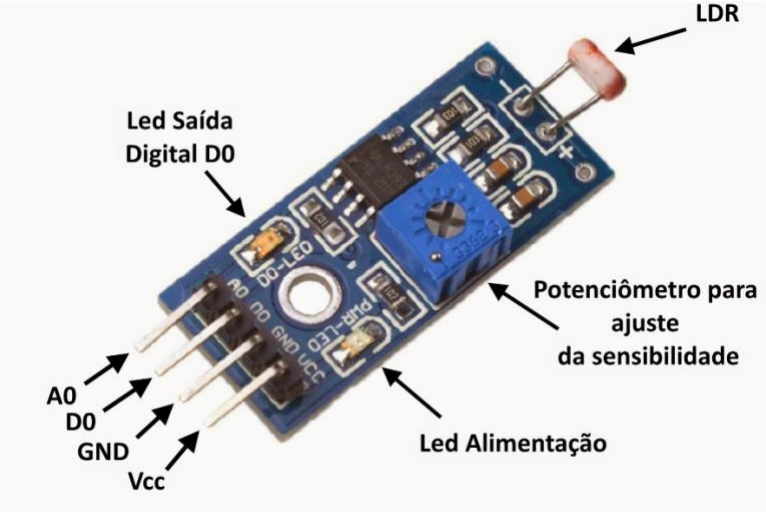
Estos elementos están relacionados con las magnitudes eléctricas y sus caracoles, y tienen como objetivo captar información, transmitirla o utilizarla para gestionar numerosos sistemas de energía.

Los componentes electrónicos se diseñan para ser conectados entre sí, normalmente Mediante una soldadura, y se califican según su funcionamiento, estructura física, material base de fabricación y tipo de energía. (sdindustrial, 2022)

2.4.1.1 Modulo de luz LDR

El módulo de sensor LDR (Light Dependent Resistor) es un componente electrónico fundamental en diversas aplicaciones que requieren la detección y medición de la intensidad de la luz. Este sensor es especialmente útil en sistemas de automatización, robótica y seguridad (Latam, Mecatronica Latam, 2021).

Ilustración 2 2Modulo LDR



Fuente: (Arduimodecia, 2014)

- GND: Gnd es la abreviatura de ground en los circuitos electrónicos, hace referencia al común del módulo.
- VCC: Es el pin donde se suministra la carga de energía positiva para así energizar los módulos.
- DG: Señal Digital
- A0: Señal analógica

2.4.1.1.1 Funcionamiento de modulo LDR

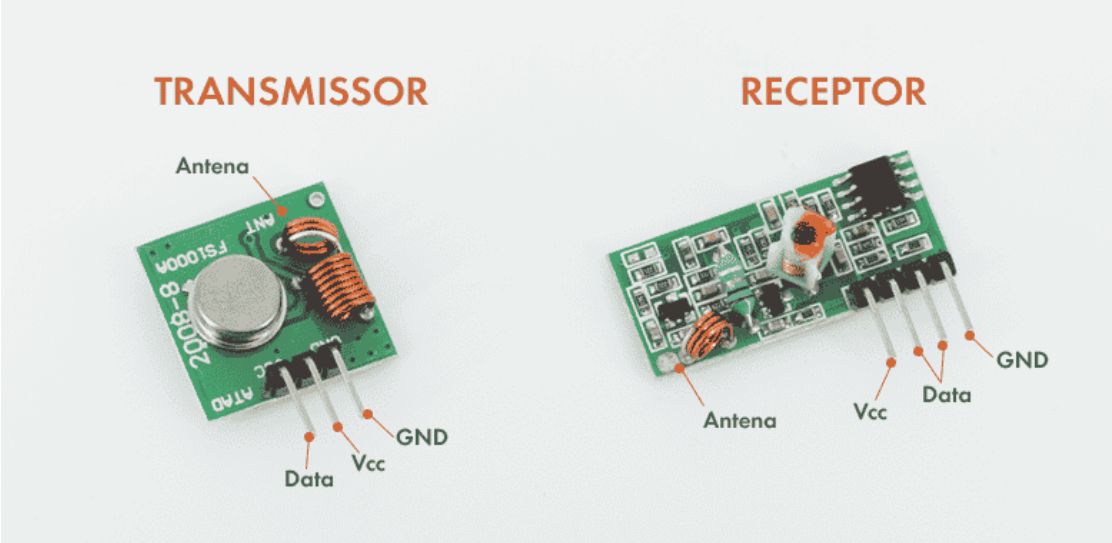
El sensor LDR funciona según el principio de que la resistencia eléctrica disminuye cuando la cantidad de luz incidente aumenta. Esto permite medir la intensidad de la luz en un rango especifico. El sensor está compuesto por (Latam, Mecatronica Latam, 2021)

- Resistencia variable que cambia según la intensidad de la luz.
- Fotodiodo que convierte la luz en corriente eléctrica.
- Amplificador que aumenta la señal de salida.

2.4.1.2 Dispositivo de comunicación por radiofrecuencia (RF)

El dispositivo de comunicación por radiofrecuencia, es un componente electrónico fundamental que permite la trasmisión y recepción de señales de radio entre dos dispositivos. Este dispositivo es ampliamente utilizado en diversas aplicaciones, desde comunicaciones inalámbricas, hasta sistemas de control remoto (Allelcoelec, 2024)

Ilustración 2 3Modulo de Radiofrecuencia



Fuente: (Markerhero, 2013)

- GND: Gnd es la abreviatura de ground en los circuitos electrónicos, hace referencia al común del módulo.
- VCC: Es el pin donde se suministra la carga de energía positiva para así energizar los módulos.
- DATA: Es el pin que recibe y Transmite la señal

2.4.1.2.1 Funcionamiento de dispositivo RF

El dispositivo RF funciona mediante la conversión de señales eléctricas, en señales de radiofrecuencia, que pueden ser trasmitidas a través del aire o de un medio físico. El proceso de comunicación involucra:

- Transmisión: El dispositivo convierte la señal eléctrica en una señal de radiofrecuencia.
- Recepción: El dispositivo receptor recibe la señal de radiofrecuencia y la transforma en una señal eléctrica. (Allelcoelec, 2024)

2.4.1.3 Modulo sensor Diodo laser

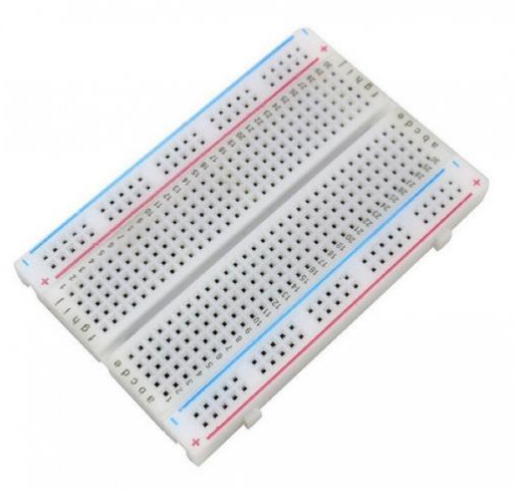
Un módulo sensor de diodo laser es un dispositivo electrónico que utiliza un diodo laser para detectar y medir la presencia, distancia y movimiento de objetos. Estos módulos suelen estar compuestos por: (Arduino, 2024)

- Diodo laser: Emite un haz de luz laser hacia el objeto a detectar.
- Fotodetector: Recibe la luz refleja por el objeto y la convierte en una señal eléctrica.

2.4.1.4 Protoboard

Una Protoboard o Breadboard es una tabla rectangular de plástico con un montón de pequeños agujeros en ella. Estos agujeros permiten insertar fácilmente componentes electrónicos para hacer un prototipo, es decir, construir y probar una versión temprana de un circuito electrónico, como por ejemplo con una batería, un interruptor, una resistencia y un LED (diodo emisor de luz). (Descubrearduino, 2024)

Ilustración 2 4Protoboard

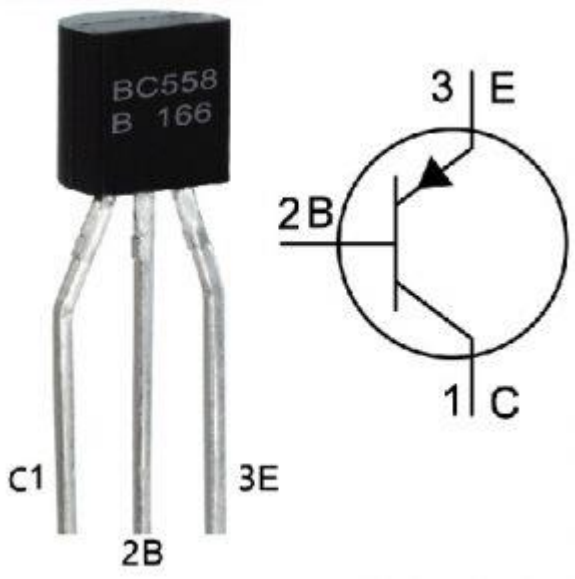


Fuente: (Sumador, 2022)

2.4.1.5 Transistor

El transistor es un componente electrónico que está construido por materiales semiconductores, estos prácticamente revolucionaron todos los aparatos electrónicos, ya que gracias a sus pequeñas dimensiones y sus múltiples funciones se logró disminuir los tamaños de todos los aparatos electrónico. Gracias a los transistores también se logró la construcción de circuitos integrados, estos circuitos prácticamente son cientos de transistores encapsulados en algún tipo de material plástico (Ingemecafenix, 2019)

Ilustración 2 5Transistor



Fuente: (Elprocus, s.f.)

2.4.1.6 Resistencia

Este componente electrónico tiene como objeto controlar, dosificar y limitar el valor de la corriente eléctrica que circula por cada punto de un circuito y, como consecuencia, disipar energía.

Ilustración 2 6 Resistencia

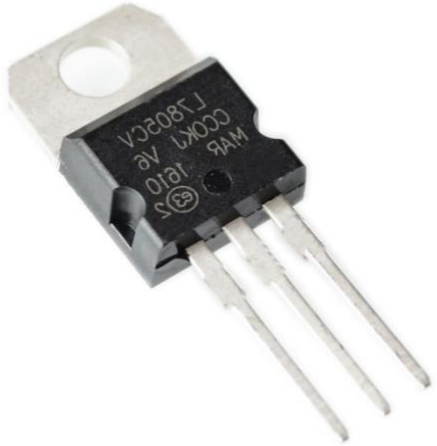


Fuente: (Angelmicelti, s.f.)

2.4.1.7 Regulador de voltaje

El regulador de voltaje es un dispositivo de protección eléctrica que se encarga de controlar el voltaje que reciben tus aparatos, impidiendo el paso de variaciones de tensión dañinas y suministrando un voltaje en un rango de operación seguro. (sdindustrial, 2022)

Ilustración 2 7Regulador de Voltaje

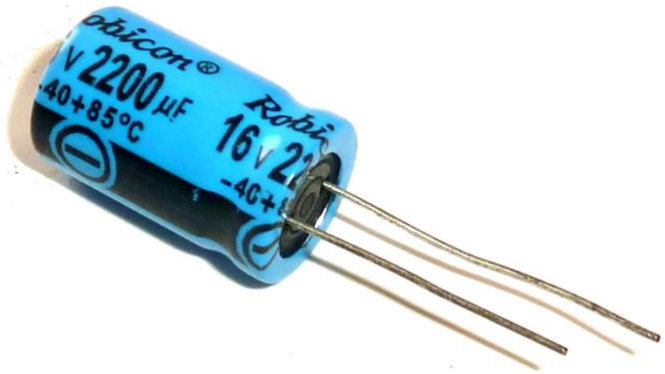


Fuente: (Tettsa, 2022)

2.4.1.8 Capacitor

Un capacitor es un dispositivo que se utiliza para almacenar energía (carga eléctrica) en un campo eléctrico interno. A este dispositivo se le considera un componente pasivo y se utiliza en circuitos electrónicos, digitales y analógicos. (sdindustrial, 2022)

Ilustración 2 8 Capacitor



Fuente: (Electronic, 2020)

2.4.1.9 Pulsadores de 2 pines

Este tipo de pulsador tiene dos pines de conexión que se utilizan para conectarlo al circuito eléctrico. Cuando se presiona el botón, los contactos internos se cierran, permitiendo que la corriente eléctrica fluya a través del circuito. Al soltar el botón, los contactos se abren nuevamente, interrumpiendo la corriente. (mechatronicstore, 2024)

Ilustración 2 9 Pulsador de 2 Pines

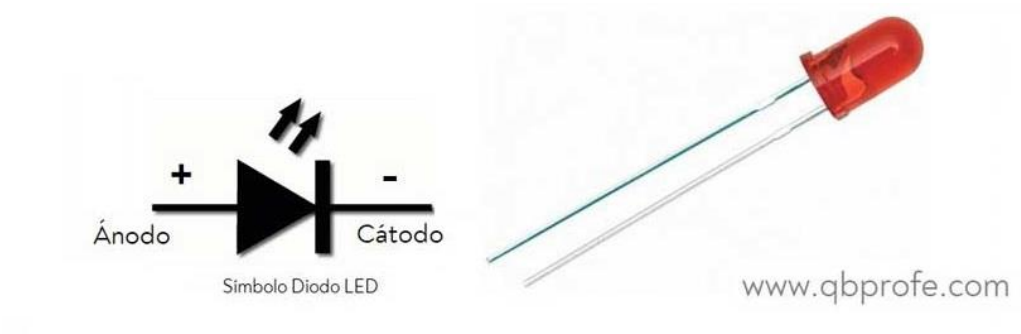


Fuente: (Electronica, 2021)

2.4.1.10 Led

Este elemento electrónico pasivo es un tipo de diodo con la propiedad de emitir luz cuando recibe energía. Se utilizan, principalmente como indicadores de funcionamiento e iluminación. (sdindustrial, 2022)

Ilustración 2 10 Led



Fuente: (Profe, 2020)

2.4.1.11 Formula del tiempo

Ecuaciones 2 1Fórmula para calcular el tiempo

$$Tiempo = \frac{Distancia}{Velosidad}$$

2.4.1.11 Ley de ohm

La ley de ohm es una fundamental ley física que describe la relación entre la corriente eléctrica, el voltaje y la resistencia en un circuito eléctrico. La ley de ohm es necesaria para entender cómo funcionan los circuitos eléctricos y es esencial para diseñar y analizar sistemas electrónicos seguros y eficientes. (Planas, 2021)

Ecuaciones 2 2Ley de OHM

$$\boldsymbol{I = V \div R}$$

$$\boldsymbol{R = V \div I}$$

$$\boldsymbol{V = R \times I}$$

2.4.1.12 Ley de Kirchhoff

La ley de Kirchhoff comprende dos principios fundamentales en la teoría de circuitos eléctricos, Esta ley establece que la suma algebraica de las corrientes en cualquier nodo de un circuito es igual a cero. Estas leyes son esenciales para analizar y resolver circuitos complejos, proporcionando las bases teóricas para el diseño y mantenimiento de sistemas eléctricos. (proferecursos, 2024)

Ecuaciones 2 3 ley de Kirchhoff

$$\sum I - \sum R = 0$$

$$\sum I\ Entrada = \sum I\ Salida$$

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1 Tipo de metodología

El tipo de metodología que se utilizó en el presente proyecto es un tipo de metodología mixta, específicamente diseñada para abordar los objetivos planteados de manera más efectiva. Se le denomino mixta ya que, tiene una combinación de enfoques, uno de ellos es cualitativo, en este caso sería el análisis de contenido como lo que son los botaderos mineros, los camiones de gran tonelaje, los protoboard, módulos RF y resistencias, el otro es cuantitativo, que es el análisis numérico haciendo referencia a los voltajes utilizados en el prototipo. Además, esta metodología permitió combinar conocimientos desde la investigación y recopilación en base a sitios web.

3.2 Carácter metodológico

En el presente proyecto se utilizaron diferentes tipos de caracteres tales como, carácter del tipo Descriptivo porque se describió lo que sucedió en el área del botadero, Investigativo ya que gran parte del proyecto se trató en la búsqueda de información, Básico porque se enfocó en la búsqueda de información de los componentes electrónicos y Aplicado porque fue de gran ayuda para ensamblar los componentes en la protoboard, cada uno de ellos fue crucial para poder lograr el propósito de los diferentes objetivos en el proyecto.

3.3 Investigar y recopilar información sobre tecnologías similares

Se llevo a cabo una investigación detallada y exhaustiva en diversas fuentes digitales y sitios web, especializados sobre tecnologías similares existentes para prevenir desbarrancamientos de camiones de alto tonelaje en el área del botadero, identificando las causas principales de dichos accidentes y recopilando información sobre alguna medida de control existente y de prevención efectivas, que permitió un análisis profundo y detallado de las fuentes recopiladas, se logró analizar información relevante e importante sobre tecnologías similares y medidas de control existentes en botadero.

3.4 Identificar el entorno y analizar los materiales asociados

Para identificar los materiales adecuado para el prototipo tecnológico a escala piloto, el cual se utilizó para describir de manera detallada el evento que ocurre en el botadero minero, en el cual se realizó un análisis de diferentes faenas y las formas en que disponen sus botaderos, por la falta de medidas de seguridad y tener una referencia a que tipo de tecnología será dirigido el proyecto. En base a lo obtenido con la investigación descriptiva, para lograr obtener resultados de suma importancia en el análisis bibliográfico de diversos sitios web, con el fin de obtener diversas alternativas de componentes, para generar un prototipo adecuado a criterios como, seguridad, rendimiento y costos, para así generar una estimación conveniente para el presupuesto requerido en la elaboración del prototipo tecnológico.

3.4.1 Recopilación y análisis de información sobre el área del botadero

Se recopilo y se analizó información en diferentes sitios web, para considerar la visión de diferentes faenas, eligiendo minuciosamente los foros a investigar, enfocándonos en palabras clave como, seguridad, Botadero, entre otras. Además de verificar que los sitios investigados fueran seguros, con información verídica y agregando que están actualizadas a la fecha. Por otro lado, se planteó una escena ficticia utilizando el prototipo a escala piloto, para verificar su funcionalidad en entornos de alto riesgo.

3.4.2 Análisis de los materiales

El análisis de los materiales se obtuvo, mediante criterios como calidad, seguridad, precio y funcionalidad, luego los componentes seleccionados se colocaron en una tabla elaborada por el equipo de trabajo, con la finalidad de acomodar la información seleccionada y analizar el precio final del prototipo tecnológico a escala piloto.

Tabla 3 1Tabla de Costos

Tabla de costos				
Nombre	precio	Cantidad	TOTAL	Distribuidora

(Elaboración propia)

3.5 Propuesta inicial del diseño y planificación del prototipo tecnológico a escala piloto

Para comenzar con la propuesta del prototipo tecnológico a escala piloto se tuvo que realizar una investigación de diversos componentes electrónicos, para entender y conocer sus funcionalidades y su manera de operar, que se desenvolvió principalmente en el ensamblaje de los componentes electrónicos y además de superar los retos asociados al prototipo tecnológico, por otro lado, se requirió realizar diagramas eléctricos para conocer cómo se conectó en la protoboard.

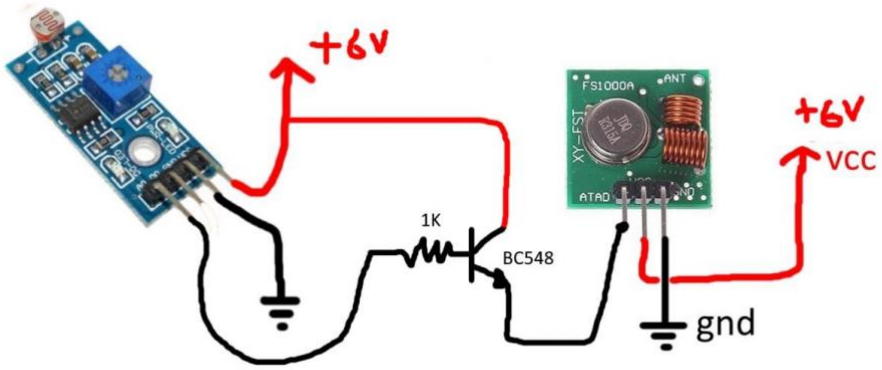
3.5.1 Investigación de la funcionalidad de los componentes principales

Se investigo y se recopilo información en un sitio web llamado Datasheet, enfocado en la descripción de componentes eléctricos y la búsqueda que se realizo fue sobre el funcionamiento de los módulos RF y LDR.: El módulo RF funciona con radiofrecuencia, tiene un rango que varía entre 30kHz y 300GHz, además del módulo LDR que utiliza una fotorresistencia sensible a la luz

3.5.2 Creación de los diagramas eléctricos (croquis)

La creación de los diagramas eléctricos fue una etapa fundamental para el desarrollo inicial del prototipo tecnológico a escala piloto, ya que, dio el inicio para poder ensamblar los componentes de manera segura y eficaz en la Protoboard. Los diagramas fueron realizados mediante la ayuda de una página web dedicada a la descripción y funcionalidad de componentes electrónicos llamada Datasheet.

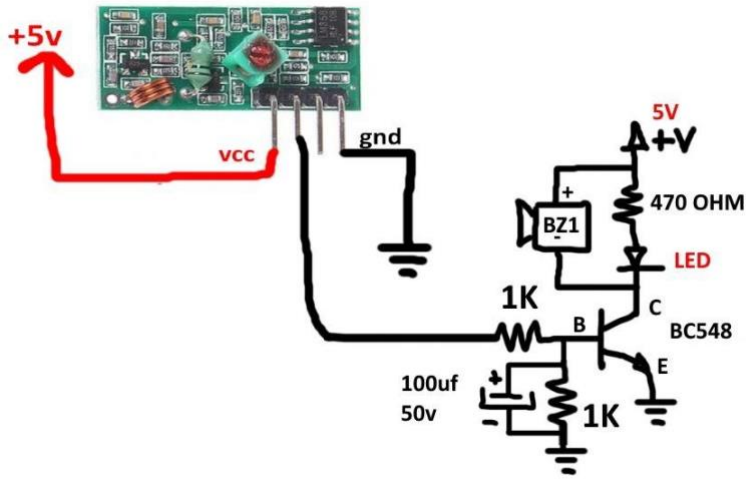
Ilustración 3 1Croquis Modulo LDR Trasmisor



(Elaboración propia)

En el presente croquis se observa la explicación de las conexiones positivas y negativas, voltaje y equipos necesarios para cumplir su funcionamiento. Se puede apreciar una resistencia de 1k, un transistor bc548, el módulo de RF transmisor y el módulo LDR

Ilustración 3 2 Croquis Módulo Receptor



(Elaboración propia)

En la presente ilustración del prototipo tecnológico a escala piloto, se observan diferentes componentes, además los cables de color rojo, representa el positivo y el cable de color negro representa el negativo, donde destaca el módulo RF Receptor y los componentes complementarios que son, el Bozzer, Resistencia de 470 ohm, diodo led, Transistor BC458, Capacitor de 100uf 50v y dos resistencias de 1000 ohm, todos estos componentes conforman el módulo receptor.

3.6 Desarrollo final del prototipo a escala piloto y pruebas de funcionalidad

La etapa final del prototipo ya se encuentra en su total función, se tuvieron que cortar ambas protoboard para tener todas las conexiones en un espacio más reducido y así el prototipo luciera más compacto, de esta manera ya podía ser sometido a unas cajas de plástico especiales para aparatos electrónicos, usualmente utilizadas para prevenir la presencia de polvos, líquidos, tierra o cualquier tipo de partícula que afecte el circuito.

Para energizar el prototipo electrónico a escala piloto se instalaron pilas de 9V, ya que, anteriormente el prototipo funcionaba con la ayuda dos Fuentes de alimentación seleccionando el respectivo voltaje para cada protoboard. No obstante, al estar todo mucho más compacto e inalámbrico puede ser posicionado en cualquier lugar para dar una demostración.

Se realizaron múltiples pruebas para verificar la funcionalidad del aparato. Teniendo resultados con éxito, en el diseño eléctrico del prototipo, una de las cajas eléctricas se le realizó un orificio para que el láser pudiera sobresalir y marcar su punto fijo en el receptor, de esta manera todo el prototipo daría una visual mucho más profesional y técnica

3.6.1 Pruebas y mejoras del prototipo tecnológico

I. Primera prueba del prototipo:
   - Se utilizaron dos módulos uno transmisor y otro receptor, creando una señal atravesó de un pulsador de dos pines, cuya señal fue detectada y analizada por el encendido de un led.

II. Segunda prueba del prototipo:
   - Se utilizaron dos módulos uno transmisor y otro receptor, pero ahora se creó la señal con un sensor LDR, cuya señal encendió un led y además activo un Buzzer.

III. Tercera prueba del prototipo:
   - Se utilizaron dos módulos, uno transmisor y otro receptor, con la señal del sensor LDR, pero se amplifico la señal con transistores y se aumentó el voltaje para una mejor comunicación, agregando reguladores de voltaje para el sensor LDR.

IV. Cuarta prueba del prototipo:
   - Se Utilizan dos módulos, uno Transmisor y otro receptor, con la señal del módulo LDR, pero se utilizó un capacitor para almacenar voltaje y así generar una doble señal, además de optimizar el espacio en la protoboard, generando un diseño más compacto.

3.6.2 Pruebas de calidad

Las pruebas de calidad y funcionalidad se realizaron en una maqueta a escala piloto simulando un botadero de material estéril, ejecutando el prototipo tecnológico en su estado final. Cuyas pruebas se basaron en emplear el prototipo en circunstancias semi reales, calibrando su sensibilidad, recopilando el tiempo de demora en recibir la información, distancia máxima de comunicación sin antena.

El prototipo fue rigurosamente probado y validado en un modelo a escala piloto para garantizar su confiabilidad y eficiencia. El objetivo era probar su rendimiento y respuesta en entornos hostiles y simular escenarios extremos.

La presente ilustración representa la maqueta donde se ejecutarán las pruebas de calidad.

Ilustración 3 3 Maqueta para pruebas de calidad



CAPITULO IV ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1. Resultados de las investigaciones

Se investigaron diferentes temas acordes al proyecto donde se encuentran los, accidentes en el área del botadero, las medidas de control en el área del botadero, tecnologías similares implementadas en el sector minero

- Accidentes en el área del botadero: Sé identificaron 5 fuentes confiables de accidentes ocurridos en el sector del botadero donde gran parte de ellos son siniestros fatales o graves para la vida del operador. Cuya información fundamenta el propósito y la finalidad por la cual se ejecutará el proyecto.

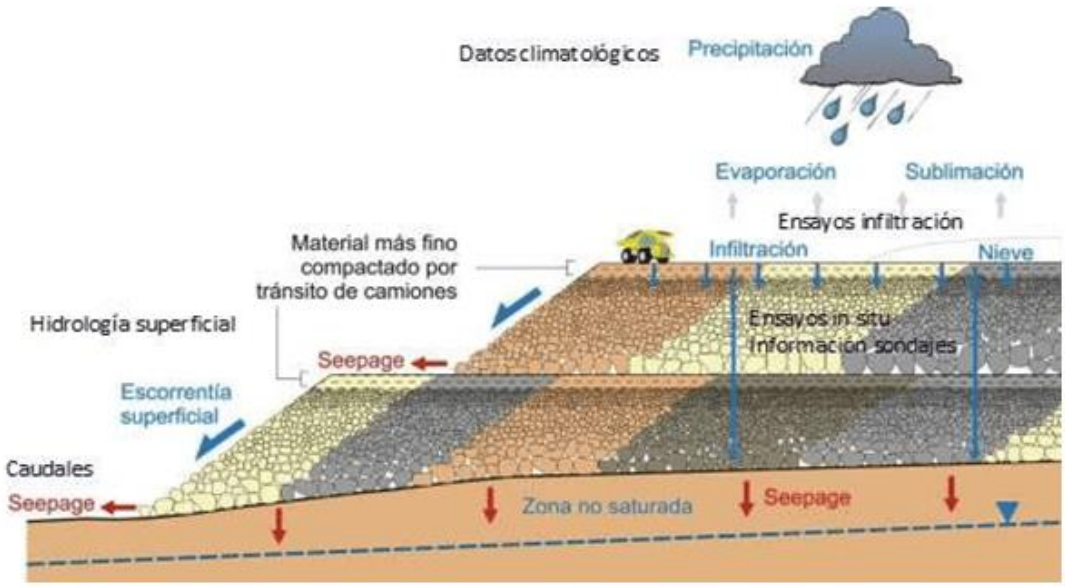
- Medidas de control en el sector del botadero: Como tal en la industria minera se a conservado desde hace muchos años una medida de control llamada pretil de seguridad o berma de seguridad. Se encontró poca información sobre este tema solo 2 fuentes confiables.

- Tecnologías similares implementada en el sector minero: como tal en la industria minera no existe algún dispositivo tecnológico que abarque esta problemática que ocurre en el área del botadero, por lo cual no se encontró información o fuentes relevantes al tema.

4.2. Resultados de la información descriptiva en el área del botadero

El botadero es un área fundamental en la industria minera ya que es la manera de resguardar el material estéril de manera segura y ordenada, sus características más importantes son su particular forma redonda y además las bermas de seguridad que debe cumplir con estándares de seguridad, tales como, la altura del pretil debe ser mínimo de ½.

Ilustración 4 1 Botadero Minero



(ingeoexpert, s.f.)

4.3 Resultados del análisis de costos

En el análisis de costos se buscó el precio de los componentes por separado buscando el mejor precio en el mercado, donde nuestros principales distribuidores fueron Electroardu, Triacs spa y la Casa de don julio, donde conseguimos los componentes necesarios para el prototipo tecnológico a escala piloto.

- Según el siguiente análisis de costo otorga un valor de $26.814 pesos chilenos por cada prototipo en su modelo de protoboard.
  Cabe recalcar que este precio es inicial, ya que procede a un prototipo y no a un diseño final.

- No fue necesario pagar mano de obra para realizar el producto ya que todo fue realizado por los estudiantes dueños del proyecto.

Tabla 4 1Tabla de Costos

Tabla de costos				
Nombre	precio	Cantidad	TOTAL	Distribuidora
Modulo RF	$2.490	1	$2.490	Electroardu
Sensor luz LDR	$2.490	1	$2.490	Electroardu
Protoboard	$2.990	2	$5.980	Electroardu
Regulador de voltaje lm7805	$477	2	$954	CHILEXPERT
Capasitor 100uf 50v	$950	1	$950	proytrronic.cl
Diodo led	$60	1	$60	Triacs.spa
Resistencia 1k ohm	$300	3	$900	Triacs.spa
Resistencia 470 ohm	$300	1	$300	Triacs.spa
Transistor bc548	$100	2	$200	Casa de don julio
Buzzer	$990	1	$990	Casa de don julio
Laser	$1.500	1	$1.500	Casa de don julio
Cajas electricas	$3.000	2	$6.000	Sodimac
Pilas	$2.000	2	$4.000	Almacén
			$26.814	

(Elaboración propia)

4.4 Resultados de la funcionalidad de los componentes

- Modulo Transmisor: Consta de tres pines Vcc, Din y tierra. El pin Vcc tiene un voltaje de entrada de amplio rango de 3 V a 12 V. El transmisor consume una corriente mínima de 9mA y puede llegar hasta los 40 mA durante la transmisión. El pin central es el pin de datos para transmitir la señal, esta señal se modula utilizando el ASK y luego se envía al aire a una frecuencia de 433MHz.

- Modulo Receptor RF: Tiene 4 pines Vcc, Dout. Salida lineal, tierra. El pin Vcc debe recibir alimentación con una fuente de alimentación regulada de 5 V. La corriente de este módulo es inferior a 5,5 mA. Los pines Dout y salida lineal se ponen en cortocircuito para recibir la señal de 433MHz del aire.

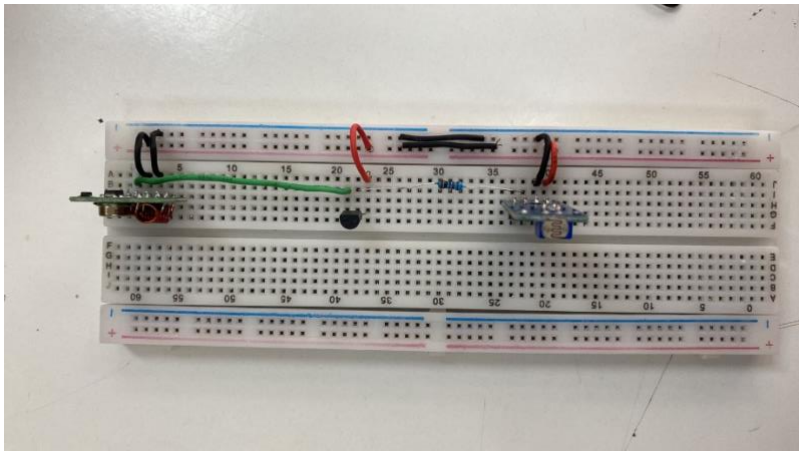
- Modulo LDR: El módulo de sensor LDR se utiliza para detectar la presencia de luz. La salida del módulo aumenta en presencia de luz y disminuye en ausencia de luz. La sensibilidad de la detección de señal se puede ajustar mediante un potenciómetro y el voltaje de funcionamiento es de 3,3 V a 5 V. Consta de 4 pines VCC externo, GND externo, interfaz de salida digital DO que está conectada directamente a la MCU y detecta TTL alto o bajo detectando así cambios en la intensidad de la luz ambiental, salida analógica AO y AD se pueden conectar a través del convertidor AD puede obtener un valor de intensidad más preciso.

4.5 Resultados del desarrollo del prototipo

En el desarrollo del prototipo tecnológico a escala piloto, se obtuvo el diseño de el sobre una protoboard, siento el más complicado el receptor, ya que, tiene más componentes y se necesitaba tener una buena calidad al recibir la información por otro lado el Transmisor solo necesitaba tener la señal de interferencia que se logró con un sensor de luz LDR, en base a lo anterior se obtuvieron buenos resultados del proyecto ya que, los errores que se fueron cometiendo se arreglaron y se logró con un 100% la idea inicial del proyecto

La siguiente imagen muestra las primeras etapas de construcción del prototipo tecnológico a escala piloto (Transmisor).

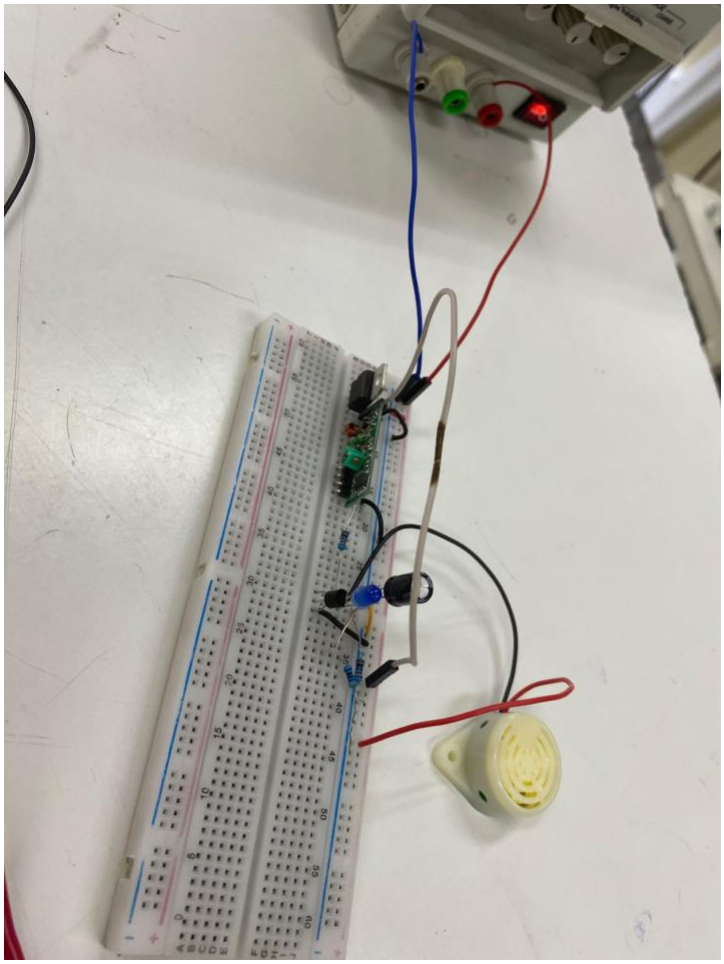
Ilustración 4 2Modulo Transmisor (fase inicial)



(Elaboración propia)

La presente ilustración muestra las primeras etapas del módulo receptor

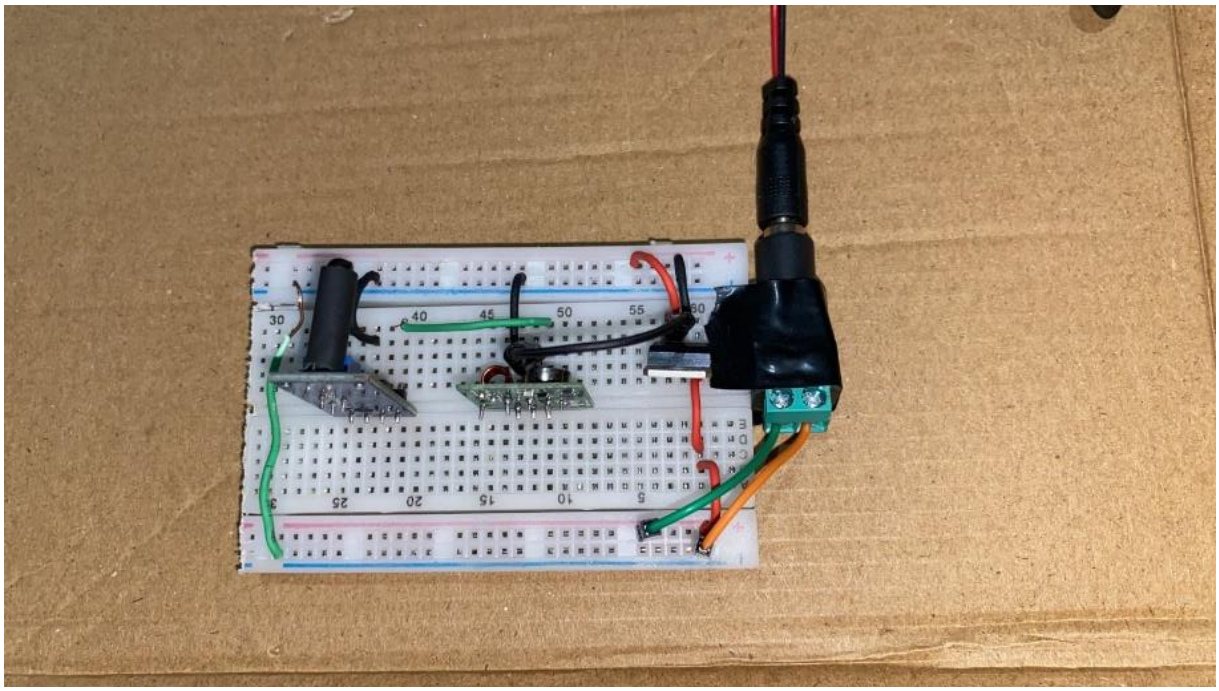
Ilustración 4 3Modulo Receptor (Fase inicial)



(Elaboración propia)

La posterior fotografía muestra el estado final del módulo Transmisor LDR a escala piloto, en su estado de protoboard.

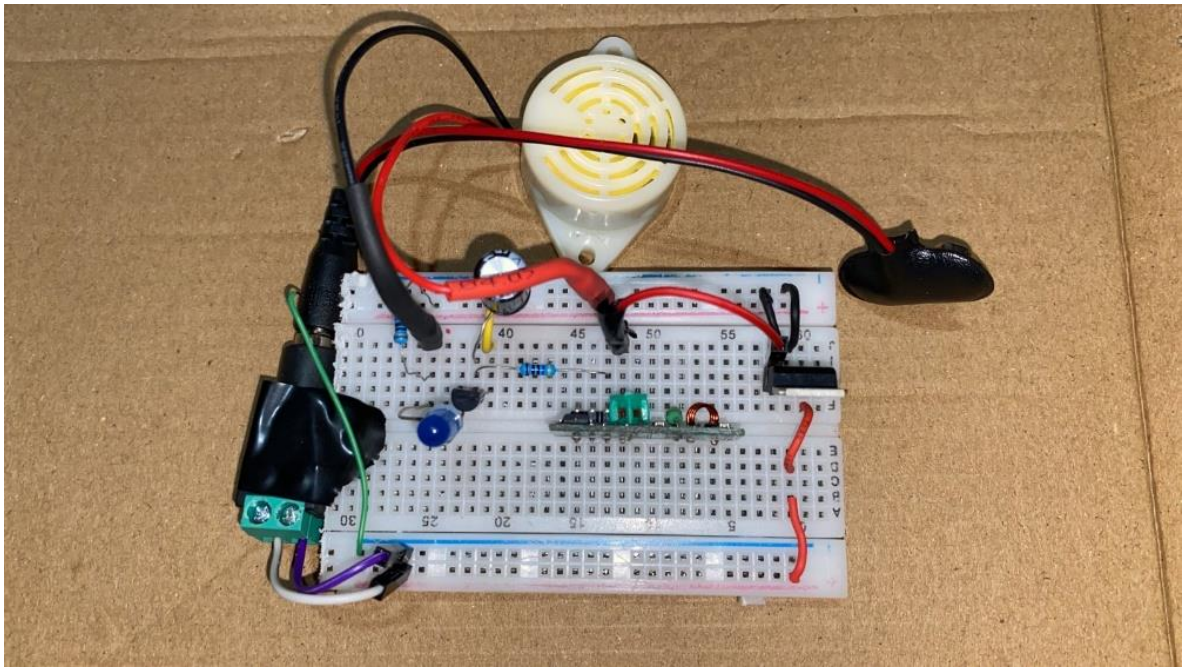
Ilustración 4 4Modulo Transmisor LDR



(Elaboración propia)

La siguiente imagen muestra el estado final del módulo Receptor a escala piloto, en su estado de protoboard.

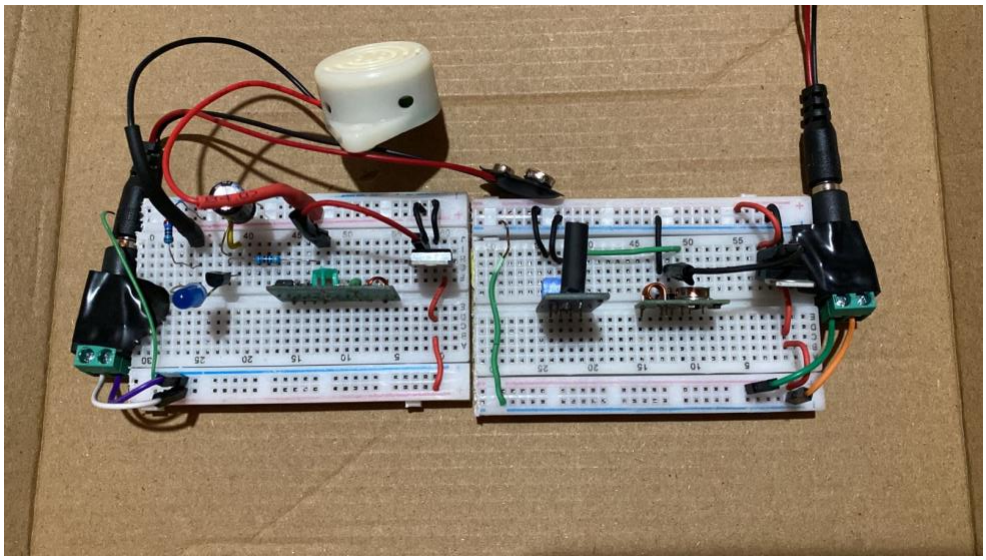
Ilustración 4 5Modulo Receptor



(Elaboración propia)

En la presente imagen se muestran los dos módulos juntos, por la derecha el módulo Transmisor LDR y en la izquierda el Receptor, demostrando su tamaño e diferentes conexiones y componentes.

Ilustración 4 6Modulo Transmisor LDR y Modulo Receptor



(Elaboración propia)

4.6 Resultados de las pruebas de calidad

Con el objetivo de evaluar el rendimiento y la eficiencia del prototipo tecnológico, se realizaron las respectivas pruebas de calidad y funcionalidad en la maqueta a escala piloto en su estado final. Cuyas pruebas se llevaron a cabo en circunstancias semi reales simulando las condiciones del área del botadero.

Los resultados de dichas pruebas demostraron que el prototipo cumplió con el objetivo esperado resolviendo eficazmente la problemática del área del botadero, recopilando así el tiempo de demora en recibir la información de los módulos y la distancia máxima de comunicación de los módulos sin antena que son aproximadamente.4 metros Por lo tanto, como resultado final el prototipo fue probado y validado como un modelo a escala piloto demostrando confiabilidad y eficiencia cumpliendo con los estándares del proyecto mejorar la seguridad en el área y reducir el riesgo de accidentes. La velocidad de Transmisión de los módulos varía según la distancia que se encuentre entre módulos, con la distancia máxima que es de 4 metros se demora en llegar la señal 14 nanosegundos, y con la distancia utilizada en la maqueta tamaño piloto que es de 0,2 metros aproximadamente, tiene una demora de 0.702 nanosegundos. Para este cálculo se necesita la velocidad de la luz en metros por segundo.

Ecuaciones 4 1Formulas para calcular el tiempo de demora de la señal

$$Variacion\ de\ la\ Velocidad\ de\ la\ luz = 299.948 km/s * 95\% = 284.948 km/s$$

$$Equivalencia\ a\ metros\ por\ segundo = \frac{284.948 km}{s} * \frac{1000 m}{km} = 284.948.000\ m/s$$

$$T\ Max = \frac{4\ Metros}{284.948.000 M/S} = 0{,}000000001403\ S\ o\ 14\ Nanosegundos$$

$$T\ Utilizado = \frac{0{,}2\ metros}{284.948.000} = 0{,}000000000702\ S\ O\ 0{,}702\ Nanosegundos$$

Ilustración 4 7 Maqueta escala piloto del Botadero



(Elaboración propia)

La Ilustración presentada, muestra el sector del botadero, donde estará presentado el proyecto tecnológico a escala piloto.

Ilustración 4 8 Botadero Minero



(Elaboración propia)

CAPITULO VI CONCLUCIÓN

La presente investigación se enfocó en el desarrollo de un prototipo tecnológico a escala piloto, cuyo propósito fue construir un modelo que sea funcional y que pudiera cumplir con los requisitos establecidos. Con la principal idea de que este aparato sea implementado en un botadero minero. Después de una investigación, análisis y evaluación de datos, se logró construir el prototipo tecnológico a escala piloto con su respectiva funcionalidad.

La investigación y recopilación de los datos fueron efectivos y brindaron una fuente buena de información para el desarrollo del prototipo. La selección de los diversos materiales se realizó de manera efectiva, como por ejemplo la protoboard, las pilas, las cajas electrónicas, módulos emisor y receptor, los respectivos cables de conexión, el zumbador y el láser todo esto considerando factores como lo que es el rendimiento, precio y la calidad. La correcta posición de los componentes en la protoboard permitió generar el primer modelo funcional del prototipo.

Eventualmente, las pruebas de calidad y la validación del estado del prototipo resultaron de una manera satisfactoria, tales como someter el prototipo a una prueba real utilizando un objeto simulando el camión, esto se realizó en reiteradas ocasiones para comprobar el funcionamiento del prototipo, también se hicieron pruebas cada vez que se le realizaba una modificación, como por ejemplo, disminuir el tamaño de la protoboard haciéndola más compacta, también se le agregaron 2 pilas sustituyendo las fuentes de energía, finalmente luego de realizar todo tipo de prueba, también se probó en distintas distancias y la más lejana fue de 4 metros, donde la información se recibía a la perfección, los resultados obtenidos demuestran que el prototipo creado por los estudiantes es viable.

Es importante destacar que el prototipo tecnológico es a escala piloto, requiere una mayor escalabilidad para poder ser implementado en un botadero real. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan una base sólida para unas futuras investigaciones.

En fin, la investigación ha demostrado la viabilidad y la efectividad del desarrollo de un prototipo tecnológico a escala piloto, para que en algún momento pueda ser desarrollada con mejores tecnologías en el área de la minería.

Bibliografía

Allelcoelec. (20 de junio de 2024). *Allelcoelec*. Obtenido de https://www.allelcoelec.es/blog/what-is-rf-and-why-do-we-use-it.html

Angelmicelti. (s.f.). Obtenido de https://angelmicelti.github.io/4ESO/EAA/5_empezamos_con_las_resistencias.html

Arduimodecia. (19 de Agosto de 2014). Obtenido de https://www.arduinoecia.com.br/dimmer-modulo-sensor-de-luz-ldr/

Arduino, P. (2024). *Para Arduino*. Obtenido de https://paraarduino.com/kits/kit-de-37-sensores/modulo-diodo-laser-ky-008/

Atacama, E. D. (11 de julio de 2022). *Litoralpress*. Obtenido de https://litoralpress.cl/sitio/Prensa_Texto?LPKey=IE7Z2X6NKV2RUV2BN64QC2YZH3DLWLLQVU2ZKWLKTLETFZLSGOWQ

Caseres, M. M. (Abril de 2015). *hsec*. Obtenido de https://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=628&tip=7&xit=seguridad-en-el-carguio-y-transporte-de-minerales#:~:text=El%20cargu%C3%ADo%20y%20el%20transporte%20son%20dos%20de%20las%20operaciones,o%20el%20chancado%2C%20entre%20otras.

Cat. (2024). *Cat*. Obtenido de https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks.html

Cooperativa. (12 de diciembre de 2018). *cooperativa*. Obtenido de https://cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-antofagasta/el-rescate-de-gigantesco-camion-que-casi-cae-a-un-botadero-en-minera/2018-12-12/114531.html

Descubrearduino. (2024). *descubrearduino*. Obtenido de https://descubrearduino.com/protoboard/#google_vignette

Diaz, R. (2024). *mine-class*. Obtenido de https://mine-class.com/course/introduccion-mineria-cielo-abierto/

Electricasas. (2024). Obtenido de https://www.electricasas.com/teoria-basica-electrica/

Electronic, B. (2020). Obtenido de https://www.build-electronic-circuits.com/capacitor-values/

Electronica, L. (2021). Obtenido de https://laelectronica.com.gt/pulsadoresyswitches/pulsador-de-pcb-na-de-2-pines

Elprocus. (s.f.). Obtenido de https://www.elprocus.com/bc558-transistor/

frecuencia, l. r. (2023). *RadioFrecuencia*. Obtenido de https://www.laradiofrecuencia.net/radio-frecuencia-que-es/

Funciona, C. (2023). *comofuncionaexplicado*. Obtenido de https://comofuncionaexplicado.com/tecnologia-y-electronica/fotorresistencia/

gidahatari. (18 de Septiembre de 2013). *gidahatari*. Obtenido de https://gidahatari.com/ih-es/diseno-sistema-coberturas-botaderos-mineros

hat, R. (20 de Septiembre de 2023). *redhat*. Obtenido de https://www.redhat.com/es/topics/automation

Indsci. (2024). *Indsci*. Obtenido de https://www.indsci.com/es/industria/minera

Ingemecafenix. (8 de Agosto de 2019). *ingemecafenix*. Obtenido de https://www.ingmecafenix.com/electronica/componentes/el-transistor/

Ingeoexpert. (2017). *imgeoexpert*. Obtenido de https://ingeoexpert.com/2018/01/19/mineria-cielo-abierto/amp/Ingeoexpert

Iquique, s. (12 de agosto de 2016). *SoyIquique*. Obtenido de https://www.soychile.cl/Iquique/Policial/2016/08/12/411659/Operador-salva-de-milagro-tras-insolito-accidente-sobre-un-camion-tolva-en-Cerro-Colorado.aspx

Latam, M. (23 de Abril de 2021). *Mecatronica Latam*. Obtenido de https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-luz/ldr/#que_es_la_fotoresistencia_o_ldr

Latam, M. (23 de Abril de 2021). *Mecatronica Latam*. Obtenido de https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de luz/ldr/#que_es_la_fotoresistencia_o_ldr

Markerhero. (24 de Octubre de 2013). Obtenido de https://www.makerhero.com/blog/modulo-rf-transmissor-receptor-433mhz-arduino/

Matco. (2024). *Matco*. Obtenido de https://matco.com.mx/producto-nuevo/mineria/camiones-de-obras/nuevo/798-ac-2021-global

mechatronicstore. (2024). *mechatronicstore*. Obtenido de https://www.mechatronicstore.cl/boton-pulsador-switch-2-pines-6x6x7mm/#:~:text=Este%20tipo%20de%20pulsador%20tiene,abren%20nuevamente%2C%20interrumpiendo%20la%20corriente

Noticias, L. U. (26 de septiembre de 2018). *litoralpress*. Obtenido de https://www.litoralpress.cl/sitio/msolotextotexto.cshtml?id=44698398&idT=&carp=&busc=&tipop=

Opazo, S. (2024). Vallenar.

Planas, O. (13 de Septiembre de 2021). *Solar Energia Net*. Obtenido de https://solar-energia.net/electricidad/leyes/ley-de-ohm#google_vignette

Profe, Q. (5 de Diciembre de 2020). Obtenido de https://www.qbprofe.com/electrotecnia-industrial/que-es-un-diodo-led/#google_vignette

proferecursos. (2 de Enero de 2024). *proferecursos*. Obtenido de https://www.proferecursos.com/la-ley-de-kirchoff/

questionpro. (2024). *questionpro*. Obtenido de https://www.questionpro.com/blog/es/observacion-cualitativa/

Rodriges, N. (3 de Mayo de 2024). *bloghubspot*. Obtenido de https://blog.hubspot.es/sales/estructura-costos#que-es

Saavedra, C. (2024). *electronica.tec*. Obtenido de https://electronica.tec17ba.edu.ar/?p=30

Saez, L. (2014). *EMOL TV*. Obtenido de https://www.emol.com/noticias/Nacional/2024/03/09/1124253/muertes-accidentes-mineros-segunda-mujer.html

Safetyculture. (21 de Septimbre de 2024). *safetyculture*. Obtenido de https://safetyculture.com/es/temas/seguridad-minera/

sdindustrial. (2022). *sdindustrial*. Obtenido de https://sdindustrial.com.mx/blog/componentes-electronicos-que-son/

Sumador. (2022). Obtenido de https://sumador.com/collections/herramientas/products/protoboard-de-400-puntos

Tettsa. (2022). Obtenido de https://tienda.tettsa.gt/producto/regulador-voltaje-5vdc-1a-7805/