

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Investigación

**Diseño y elaboración de circuito electrónico  
para arranque de ventiladores en interior mina**

Pierre Eduardo Tello Varela

Para optar el Grado Académico de  
Bachiller en Ingeniería Eléctrica

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a nuestro señor Dios por permitirme estar día a día de manera constante, por darme la fortaleza y la inteligencia, para poder superar los problemas que se presentaron a lo largo de mi paso por esta casa superior de estudio. A vida, la cual me ayudo a culminar mis estudios, con sus enseñanzas diarias, las cuales me ayudaron a valorar el esfuerzo que uno hace para poder alcanzar sus metas y culminar la carrera profesional. A mi madre por darme las fuerzas para poder ser constante en la vida.

## **DEDICATORIA**

A Fabiana y Vania, personas que marcaron mi vida desde que me dieron la dicha de llegar a este mundo, con esas sonrisas llenas de ternura y amor, Gracias por enseñarme a ser padre.

## INDICE

ÍNDICE .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix

### CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema .....	09
1.1.1 Planteamiento del problema .....	10
1.1.2 Formulación del problema .....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.2.1 Objetivo General.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos .....	13
1.3 Justificación e importancia.....	13
1.3.1 Justificación Práctica.....	13
1.3.2 Justificación Metodológica.....	14

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico .....	15
2.1.1 Antecedentes del Problema .....	16
2.2 Bases Teóricas.....	19
2.2.1 Relay.....	19
2.2.2 Relé de estado sólido.....	20
2.2.3 Arranque directo de un motor.....	20
2.2.4 Arranque directo de un motor en paralelo.....	21
2.2.5 Arranque a distancia de un variador.....	22
2.3 Definición de términos básicos .....	23

### CAPÍTULO III ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCION

3.1 Identificación del requerimiento .....	25
3.2 Análisis de la Solución ....	26
3.3 Diseño .....	26

### CAPÍTULO IV CONSTRUCCIÓN

4.1 Construcción .....	28
------------------------	----

CONCLUSIONES.....	30
RECOMENDACIONES. . .	31
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de avance de perforación del desarrollo de la mina F.D.N.....	09
Figura 2. Ingreso externo a una de las rampas.....	10
Figura 3. Instalación de manga de ventilación.....	10
Figura 4. Instalación y conexionado de ventilador pro. 2000.....	11
Figura 5. Cuadro estadístico de accidentes fatales en mina.....	12
Figura 6. Tablero de Arranque de ventiladores a 850m de distancia.....	16
Figura 7. Diagrama de construcción del túnel del desvío del rio Asana.....	17
Figura 8. Ubicación de ventiladores antes de ser reubicados al interior.....	17
Figura 9. Cuadro estadístico de accidentes fatales en mina. Por Ventilación.....	18
Figura 10. Cuadro de accidentes mortales en mina. Fuente OSINERMING.....	18
Figura 11. Cuadro de porcentajes de accidentes mortales en mina.....	19
Figura 12. Relé de estado sólido.....	20
Figura 13: Diagrama Unifilar.....	21
Figura 14: Arranque directo de un motor trifásico.....	21
Figura 15. Gráfico de ubicación de los contactos para cerrar circuito en el variador.....	22
Figura 16: Lista de materiales y costos.....	26
Figura 17: Cuadro de conexiones internas del variador.....	27
Figura 18: Estación de ventilación de interior mina.....	28
Figura 19: Tablero de Arranque de mando a distancia.....	29
Figura 20: Modelo de variador con la implementación del circuito.....	29
Figura 21: Implementación del variador con el circuito.....	30

## **RESUMEN**

Se tienen motores de ventiladores dentro de la mina, con variadores de velocidad, como sistema de arranque, los cuales deben de ser encendidos manualmente, por personal técnico, el cual pone en riesgo su vida, debido a que pueden inhalar los gases tóxicos que salen luego de cada disparo, para ello se hizo una investigación tecnológica, y se diseñó e implantó un circuito electrónico en base a un relay de accionamiento con micro corriente, para poder cerrar el circuito que de marcha al variador de velocidad, mediante este informe, se logró implementar dicho circuito, y poder arrancar los motores a 1 kilómetro de distancia, sin necesidad que tenga que ingresar el personal técnico, de este modo se logró levantar la observación hecha por el área de seguridad.

Palabras claves.

Ventiladores, Variadores, Mando a distancia, Relee, Circuito.

## **ABSTRACT**

There are fan motors inside the mine, with variable speed drives, such as a starting system, which must be turned on manually, by technical personnel, which puts their lives at risk, because they can inhale the toxic gases that leave after each shot, a technological investigation was made for this, and an electronic circuit was designed and implemented based on a replay of micro current drive, to be able to close the circuit that should march to the speed variator, through this report, He managed to implement this circuit, and be able to start the engines 1 kilometer away, without the need for technical personnel to enter, in this way the observation made by the safety area was raised.

Keywords.

Fans, Variators, Remote control, Relee, Circuit.

## INTRODUCCIÓN

**LUNDINGOLD.** Compañía minera de procedencia canadiense, se adjudicó la explotación del primer proyecto minero a gran escala, denominado, FRUTA DEL NORTE- ECUADOR explotaran oro, para lo cual entregaron en contrato el desarrollo de la mina a el consorcio SME, empresas conformadas por SEMAICA – ECUADOR y MAS ERRAZURIZ - CHILE, dicho consorcio tiene a su cargo el desarrollo de mina de 02 kilómetros de excavación con una pendiente de 19° negativo, durante la ejecución del desarrollo de la mina la ventilación de gases se hará con 02 ventiladores en paralelo de 90 KW. Cada uno, a medida que vayan avanzando la perforación se verán obligados a reubicar la estación de ventilación a el interior de la mina, motivo por el cual se generara un riesgo el cual significó un acto sub estándar, el de encender los ventiladores cada vez que se realice el disparo de avance. En los siguientes capítulos se podrá apreciar el planteamiento, marco teórico y metodología de estudio.

**En el capítulo I** se puntualiza el planteamiento y formulación del problema dando a conocer el objetivo general y específico que origino, el diseño de un circuito electrónico para poder dar solución al problema.

**En el capítulo II** se especifica un marco teórico de los antecedentes del problema encontrados con relación al tema que se tocó durante esta investigación tanto en a nivel nacional como internacional.

**En el capítulo III** se aprecia la metodología de la investigación, así como el diseño del circuito de arranque de un motor a distancia.

**En el Capítulo IV** se detallan las tablas y figuras de los resultados obtenidos al poner en funcionamiento el circuito del mando a distancia para arrancar el motor

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1 Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1 Planteamiento del problema

La compañía minera canadiense **LUNDINGOLD** es propietaria del Proyecto minero **FRUTA DEL NORTE** del Ecuador y se viene avanzando las obras de desarrollo de mina que son ejecutadas por la empresa Contratista Consorcio SME; que es conformada las empresas **SEMAICA**– (Ecuador), y **MAS ERRAZURIZ** – (Chile).

Ya se han avanzado 2 kilómetros de excavación en negativo con una pendiente de 19°, dicha mina es considerada el primer Proyecto minero a gran escala en el país vecino donde se extraerá oro.

En la figura 1 se puede visualizar ambas rampas de la mina cuyos nombres son KURI y KIZA.

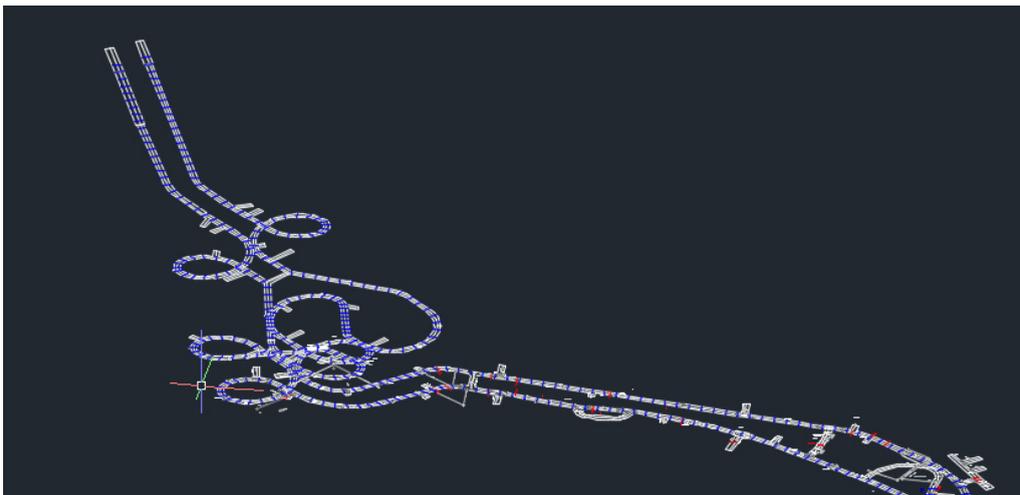


Figura 1. Diagrama de avance de perforación del desarrollo de la mina F.D.N. ECUADOR.



Figura 2. Ingreso externo a una de las rampas.

Debido al avance de las excavaciones de las dos rampas se ha tenido que reubicar el sistema de ventilación, metros más a delante para poder agilizar el proceso de ventilación luego de los disparos de avance. En la figura 3 y 4 se aprecian los trabajos de la reubicación.



Figura 3. Instalación de manga de ventilación



Figura 4. Instalación y conexionado de ventilador pro. 2000.

Para poder encender los ventiladores, el personal se ve con la obligación de ingresar al túnel y existe un problema inminente de asfixia por la ausencia de oxígeno (gaseamiento).

En el siguiente cuadro se puede apreciar la cantidad de incidentes ocasionados por gases.

ESTADISTICA DE INCIDENTES ACUMULADO 2006 - 2013

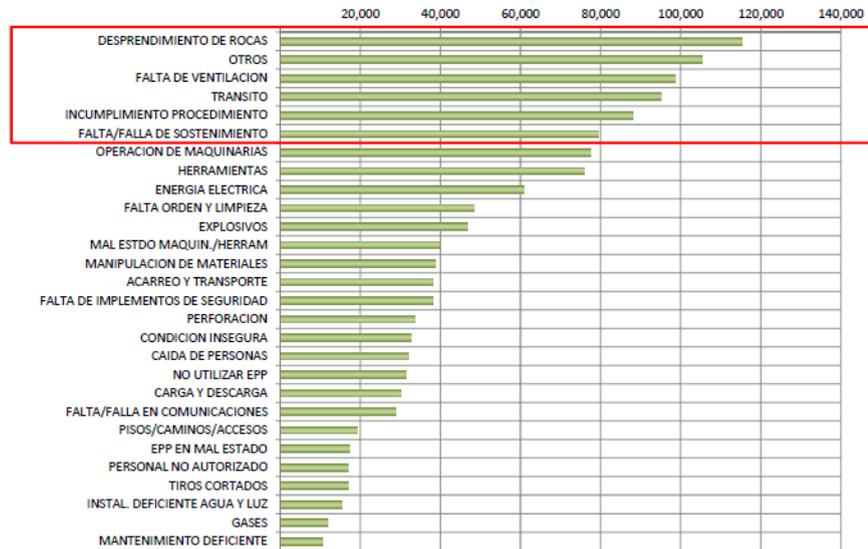


Figura 5. Cuadro estadístico de accidentes fatales en mina.

### 1.1.2 Formulación del problema

**Problema General:**

- ¿Cómo puede ingresar el personal eléctrico a encender los ventiladores al interior de la mina sin que haya peligro de gasea miento?

**Problemas Específicos:**

- ¿Cómo el uso de un mando a distancia podría favorecer a que no ocurra problemas de gasea miento?
- ¿Cómo podríamos saber que el ventilador encendió si no tenemos el variador en físico en la estación de encendido?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General:**

- Determinar cómo el uso del mando a distancia nos ayudaría a encender los ventiladores desde un punto alejado a la estación de ventilación en el Proyecto FDN.

### **1.2.2 Objetivos Específicos:**

- Determinar cómo el uso de un mando a distancia evitara que no ocurran gaseamientos al personal.
- Determinar cómo el ventilador queda encendido, que nos dé una señal de encendido.

## **1.3 Justificación e importancia**

### **1.3.1 Justificación Práctica**

Esta investigación quiere dar una solución al problema de futuros accidentes como el gaseamiento y a la vez que el proceso de ventilación sea mas rápido y seguro, encendiendo los ventiladores desde un punto alejado y seguro donde no haya ningún problema ante la evacuación de los gases producidos por el disparo con voladura, haciendo uso de un componente electrónico como es un relé, que se instalaría en el variador de marca va con, logrando encender los motores de ventilación de 600 V en corriente alterna, usando la electrónica de potencia.

### **1.3.2 Justificación Metodológica.**

Según los estudios de las aseguradoras y la investigación de los accidentes en el sector minero dan como resultado que la falta de adecuada ventilación es la tercera causa de accidentes mortales en el sector minero. Como lo muestra cuadro de la aseguradora RIMAC. (Figura 5)

En todas las labores subterráneas se mantendrá una circulación de aire limpio y fresco en cantidad y calidad suficientes de acuerdo con el número de trabajadores, con el total de HP's de los equipos con motores de combustión interna, así como para la disolución de los gases que permitan contar en el ambiente de trabajo con un mínimo de 19.5% (1)

Cuando las minas se encuentran hasta un mil quinientos (1500) metros sobre el nivel del mar, en los lugares de trabajo la cantidad mínima de aire necesario por hombre será de 03 metros cúbicos por minuto. En otras altitudes la cantidad de aire será de acuerdo con la siguiente escala.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes del problema

Algunos antecedentes encontrados con relación a este trabajo tanto a nivel nacional como internacional se detallan a continuación:

- Antecedente obtenido de la misma minera LUNDINGOLD – FRUTA DEL NORTE. Se basan en los tiempos que tarda en llegar el gas de la voladura hasta la nueva estación de ventilación, tomados por el personal del área de SOMA, el cual nos dice que desde el encendido de los ventiladores hasta que se pueda evacuar al personal a superficie hay una probabilidad de que los gases viajen más rápido hasta el punto donde se encuentre el personal, y teniendo en consideración que puede existir una falla en el vehículo que los traslade y de este modo pueda ocurrir un accidente fatal, y los estándares de la minera no lo permiten por ese motivo es necesario la investigación de un modo de encender dichos ventiladores desde otro punto de fácil evacuación.
- Antecedente LUNDINGOLD – FRUTA DEL NORTE, Otro antecedente se da por el corte de suministro eléctrico en interior m mina, puesto que cada vez que ocurre este suceso se demora más tiempo en reponer el sistema de ventilación en la interior mina y por tal motivo urge de poner en servicio el mando a distancia.

Al ocasionar un corte de manga de ventilación por equipo de evacuación (DUMPER), Y debiendo de acercarse personalmente el personal eléctrico a apagar el sistema de ventilación existe un alto riesgo de atropello por equipo pesado en interior mina, siendo una solución el mando a distancia puesto que

se podría gobernar el encendido y apagado de dichos motores de ventilación desde un punto más cercano y seguro.

### 2.2.1 Antecedentes Nacionales.

- Minera ANGLO AMERICA - QUELLAVECO. Consorcio CME arranque de motores en la intersección del túnel del desvío del río Asana Moquegua, El túnel del desvío del río Asana tuvo una longitud de 7 kilómetros, motivo por el cual se implementó un frente de avance llamado ventana intermedia, el cual inició la excavación y se llegó a una intersección “ Y” donde se ubicaron ventiladores para poder ventilar aguas arriba y aguas abajo, motivo por el cual se tuvo que usar el método de arranque de motores con un mando a distancia, ( Circuito electrónico).



Figura 6. TABLERO DE ARRANQUE DE VENTILADORES A 850 METROS DE DISTANCIA

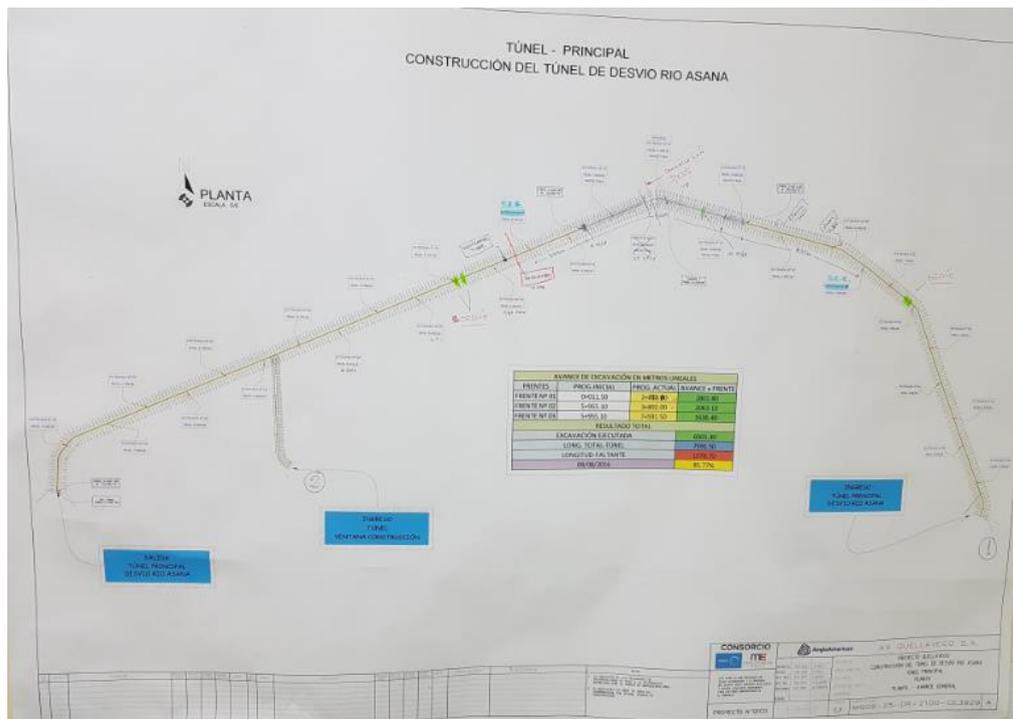


Figura 7. DIAGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TUNEL DEL DESVIO DEL RÍO ASANA.

### Proyecto Quellaveco 8 km de Túnel



Figura 8. UBICACIÓN DE VENTILADORES ANTES DE SER REUBICADOS AL INTERIOR.

En siguiente grafico se podrá apreciar, que al 2019 se tuvo 1 caso de muerte por ventilación. Según datos del OSINERGMIN.

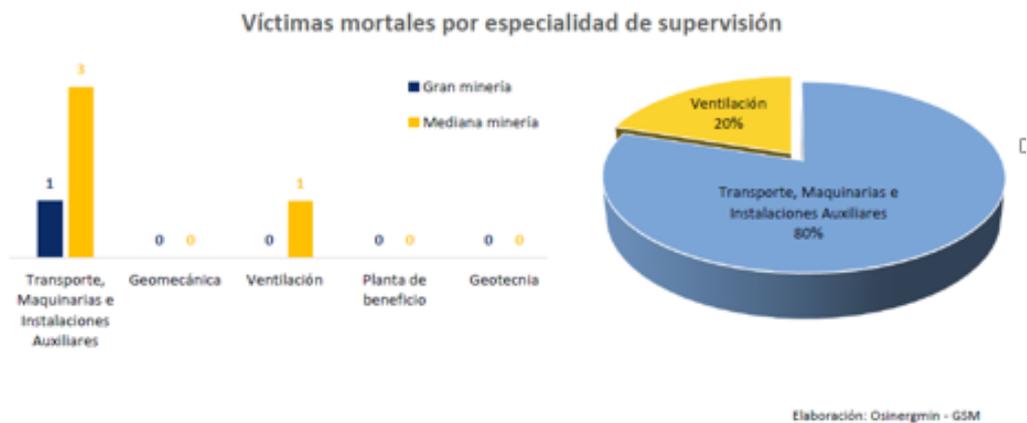


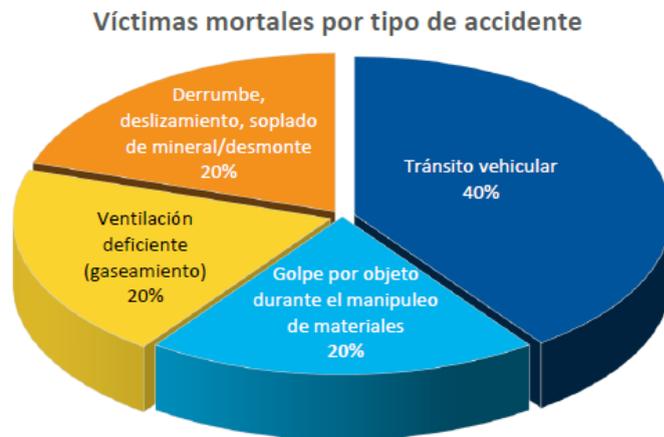
Figura 9. Cuadro estadístico de accidentes fatales en mina. Por Ventilación.

En el siguiente cuadro se aprecia el porcentaje de muertes por gaseamiento según el estudio del osinergrmin.

Especialidad	Tipo de accidente	Circunstancia	Víctimas	%
Transporte, Maquinaria e Instalaciones Auxiliares	Tránsito vehicular	Accidentes ocurridos durante la ejecución de órdenes del titular minero en las vías de carretera o circulación, debido a despiste, fallas mecánicas y otros. Dentro y fuera de las unidades mineras.	2	40%
	Golpe por objeto durante el manejo de materiales	Cuando se realiza la manipulación de materiales de alto riesgo, se produce un golpe que trae como consecuencia la muerte del personal.	1	20%
	Caída de personas	Accidentes ocurridos por las caídas de un nivel a otro, ocasionando la muerte de personas.	0	0%
	Atrapamiento	Situación que se produce cuando una persona o parte de su cuerpo es enganchada o aprisionada por mecanismos de las máquinas, entre objetos, piezas o materiales.	0	0%
	Deslizamiento	Accidentes producidos por derrumbe o deslizamiento de mineral o desmonte (incluye huaycos)	1	20%
	Contacto con energía eléctrica	Producido por contactos eléctricos los que provocan la muerte de personas.	0	0%
Geomecánica	Desprendimiento de roca	Cuando por razones diversas, el macizo rocoso colapsa o falla, lo que genera una inestabilidad y por acción de la gravedad esta masa se desliza en forma repentina.	0	0%
Ventilación	Gaseamiento	Accidentes ocurridos por exposición a gases nocivos, deficiencia de oxígeno, falta de ventilación y otros.	1	20%
<b>Total</b>			<b>5</b>	<b>100%</b>

Elaboración: Osinergrmin - GSM

Figura 10. Cuadro de accidentes mortales en mina. Fuente OSINERMIN



Elaboración: Osinergmin - GSM

Según los tipos de accidentes, la mayor cantidad de víctimas mortales se generaron por tránsito vehicular (40%), seguido de golpes por objeto, ventilación y deslizamiento, con la misma participación cada uno (20%).

Figura 11. Cuadro de porcentajes de accidentes mortales en mina. Fuente OSINERMING

## 2.2 Bases Teóricas

Para el presente trabajo de investigación se ha considerado las siguientes bases teóricas definidos por distintos autores que a continuación se observa:

### 2.2.1 RELAY.

Por lo general, en nuestro idioma se utiliza la noción de relay para nombrar un interruptor controlado por un circuito eléctrico que, a través de un electroimán y de una bobina define el cierre o la apertura de otros circuitos. (2)

### 2.2.2 RELE DE ESTADO SOLIDO.

Es un dispositivo interruptor electrónico que conmuta el paso de la electricidad cuando una pequeña corriente es aplicada en sus terminales de control. También es un sensor que responde a una señal apropiada, un interruptor eléctrico de estado sólido. (3)



Figura 12. Relé de estado sólido

### 2.2.3 ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR.

Es el sistema de arranque más simple obtenido en un solo tiempo pues consiste en conectar directamente a la red a través de un interruptor contacto, con este sistema el motor absorbe la corriente para lograr romper la inercia y poder arrancar. (4)

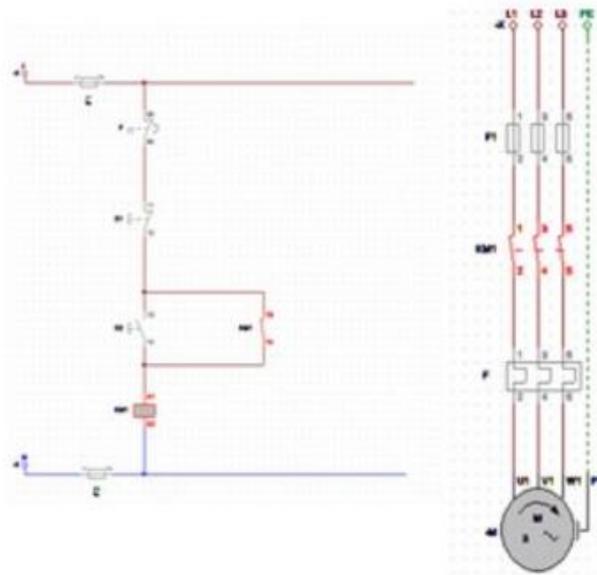


Figura 13: Diagrama Unifilar arranque directo

#### 2.2.4 ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR EN PARALELO.

Con este tipo de arranque se puede lograr arrancar un motor con un sistema en paralelo, pero se pudo comprobar en campo que por caída de tensión no arranco el motor sacando una instalación en paralelo al conexionado de arranque directo, y se suma a este problema que los ventiladores se arrancaran con variadores de velocidad.

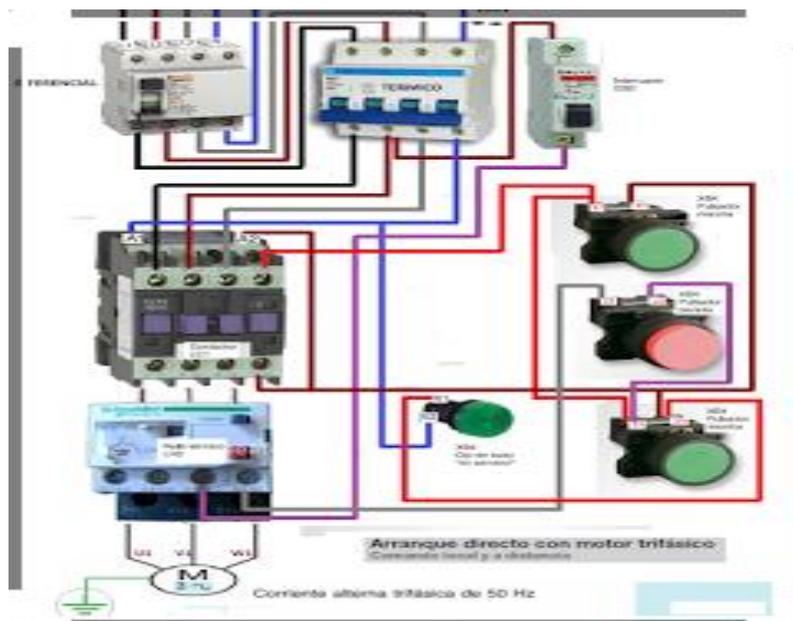


Figura 14: Arranque directo de un motor trifásico

## 2.2.5 ARRANQUE A DISTANCIA DE UN VARIADOR.

En el siguiente video se aprecia el arranque de un variador a 2 hilos, este método se usó para poder realizar los arranques de los variadores en los proyectos de QUELLAVECO, FRUTA DEL NORTE, dando buenos resultados.

<https://youtu.be/S7uNWKblrfc>.

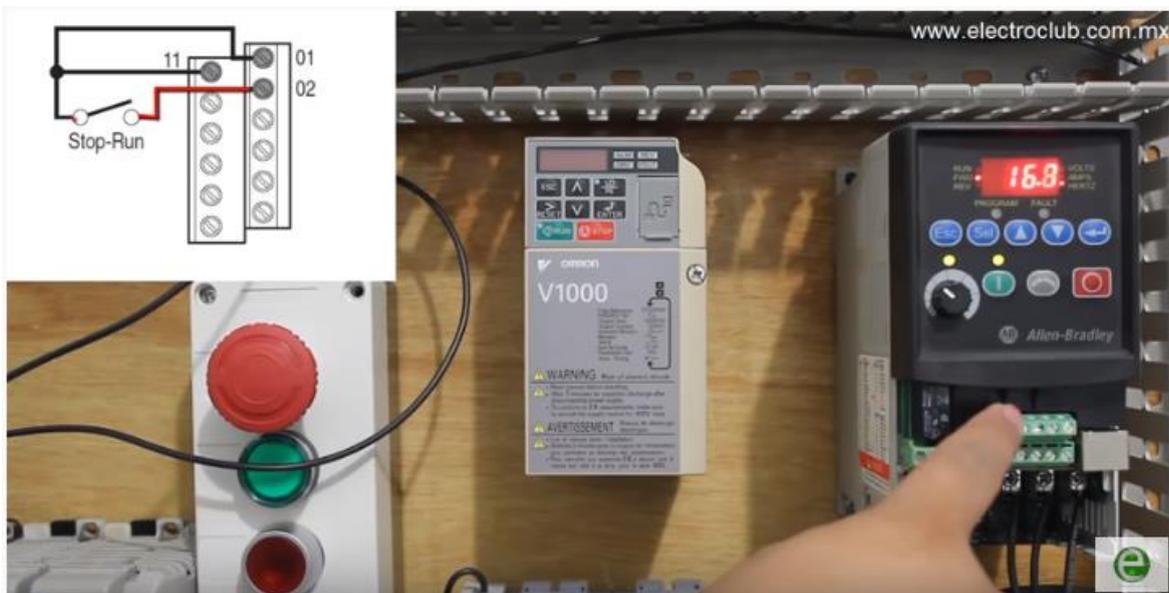


Figura 15. Gráfico de ubicación de los contactos para cerrar circuito en el variador

## 2.3 Definición de términos básicos

En esta investigación se ha tomado en cuenta las siglas y definiciones de términos principales incluido las variables del planteamiento del problema, de los cuales se detallan a continuación:

### **2.3.1 INTERRUPTOR:**

Dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno sus tipos y aplicaciones son innumerables, desde un simple interruptor que apaga o enciende una bombilla, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas, controlado por computadora. (5)

### **2.3.2 ELECTROIMAN:**

Es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente. Los electroimanes generalmente consisten en un gran número de espiras de alambre, muy próximas entre sí que crean el campo magnético. (6)

### **2.3.2 VARIADOR:**

Un variador de frecuencia por definición es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor. La energía de la red pasa por el variador y regula la energía antes de que ésta llegue al motor para luego ajustar la frecuencia y la tensión en función de los requisitos del procedimiento (7)

### **•2.3.3 CONTACTOR:**

La finalidad de un contactor es la de accionar cargas elevadas que pudieren producir algún efecto perjudicial en la salud del operador. Sea el caso de una descarga atmosférica entre contactos de un interruptor a cuchillas en el momento de accionar el arranque de un

motor que posea una carga de inercia acoplada, que pudiera producir quemadura. (8)

#### **2.3.4 PULSADOR:**

Dispositivo usado habitualmente para tableros de arranque, puede ser normalmente abierto o normalmente cerrado, dependiendo la función que le desean dar.

#### **2.3.5 FRECUENCIA.**

La **frecuencia** es el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier evento periódico. El **período** es la duración de tiempo de cada evento repetitivo, por lo que el período es el recíproco la frecuencia. (9)

#### **2.3.6 CORRIENTE DIRECTA:**

La corriente continua es el flujo continuo de carga eléctrica por un conductor, esta corriente fue descubierta por Tomas Alba Edison, esta corriente siempre va por la misma dirección.

#### **2.3.7 MOTOR.**

Un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo. (10)

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

#### 3.1 IDENTIFICACION DE REQUERIMIENTOS

Los requerimientos que se dieron durante el proceso de explotación fueron:

. Usuario – Titular Minera.

Lograr encender los motores sin necesidad que se tenga que ingresar al interior de la mina.

. Usuario – Contratista.

Asegurar que los motores de los ventiladores permanezcan encendidos sin necesidad que se tenga que ingresar al interior de la mina.

. Usuario – Contratista.

Poner en servicio el circuito de mando a distancia de los ventiladores sin necesidad de interrumpir la producción, (no obstaculizar o interrumpir durante el ciclo de producción.)

. Usuario – Titular de la Mina.

Tener un sistema de verificación (luz de señalización) para indicar que los motores estén prendidos o en falla.

### 3.2 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN.

Para poder dar una solución se tuvo que analizar el panorama dentro del túnel puesto que era difícil tender un cable extra para poder hacer el conexionado, del mando a distancia, se llegó a la conclusión que se podía usar un cable existente de teléfono de 12 pares de los cuales solo se usaba 7 pares para la comunicación en interior túnel, y con el análisis que la corriente directa no tiene caída de tensión se podía lograr encender un relé con una micro señal de corriente, y al analizar que la corriente directa no tiene ruido eléctrico, no afectaría la comunicación, en el interior del túnel, ya con esos conceptos mas claros, se definió la solución del arranque de los variadores, con un mando a distancia, el cual también viene habilitado en el variador, vale decir que si era posible hacer el conexionado.

### 3.3 DISEÑO.

Para efectuar el diseño se tiene la lista de materiales., y costos. Se puede apreciar que el costo más caro es el del Cable el cual ya se encuentra instalado en obra

ITEN	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION			COSTO UN	COSTO TOTAL
1	1	und	Rele Q22F bobina de 24v dc.			S/ 5.00	S/ 5.00
2	1	und	Circuito Integrado 555			S/ 5.00	S/ 5.00
3	1	und	Circuito Integrado MOC 3041			S/ 5.00	S/ 5.00
4	1	und	Led color Azul			S/ 5.00	S/ 5.00
5	2	und	Resistencia 1K			S/ 5.00	S/ 10.00
6	3	mt.	Cable # 16 AWG			S/ 5.00	S/ 15.00
7	1	und	Galleta para conexión			S/ 5.00	S/ 5.00
8	460	mt.	Cable #24 o 16 AWG Apantallado de 10 pares ( Cable telefonico)			S/ 5.00	S/ 2,300.00
9	1	und	Caja de metalica de 15 * 15 cm.			S/ 5.00	S/ 5.00
10	1	und	Foco led color rojo rango de 0 a 24 v.			S/ 5.00	S/ 5.00
11	1	und	Foco led color verde rango de 0 a 24 v.			S/ 5.00	S/ 5.00
12	1	und	Foco led color amarillo rango de 0 a 24 v.			S/ 5.00	S/ 5.00
13	1	und	Selector de 2 posiciones			S/ 5.00	S/ 5.00
14	1	und	Micro rele 24 v cd			S/ 5.00	S/ 5.00
15	1	und	Fuente regulable de 0 a 32 v cd de 3 Amp. ( para las pruebas )			S/ 5.00	S/ 5.00
16	1	und	Cautil			S/ 5.00	S/ 5.00
17	1	und	Contacto 16 Amp. Con bobina de 220 v			S/ 5.00	S/ 5.00
18	1	und	foco de color rojo 220 v			S/ 5.00	S/ 5.00
19	1	und	foco de color verde 220 v			S/ 5.00	S/ 5.00
20	1	und	foco de color amarillo 220 v			S/ 5.00	S/ 5.00
							S/ 2,410.00
Con este mando se podran encender los ventiladores a distancia, evitando de este modo que el personal se exponga a un gaseamiento.							
Cabe recalcar que se modificara el modo de ensendido y apagago de los vantiladores , sera por medio de rampa de aceleracion ya no con potenciometro y para reparar manga se apagara por completo.							

Figura 16: Lista de materiales y costos

En el siguiente grafico se aprecia el diagrama de conexiones de el variador donde se rescata que se tiene que unir los terminales 6 y 8 para que arranque el variador

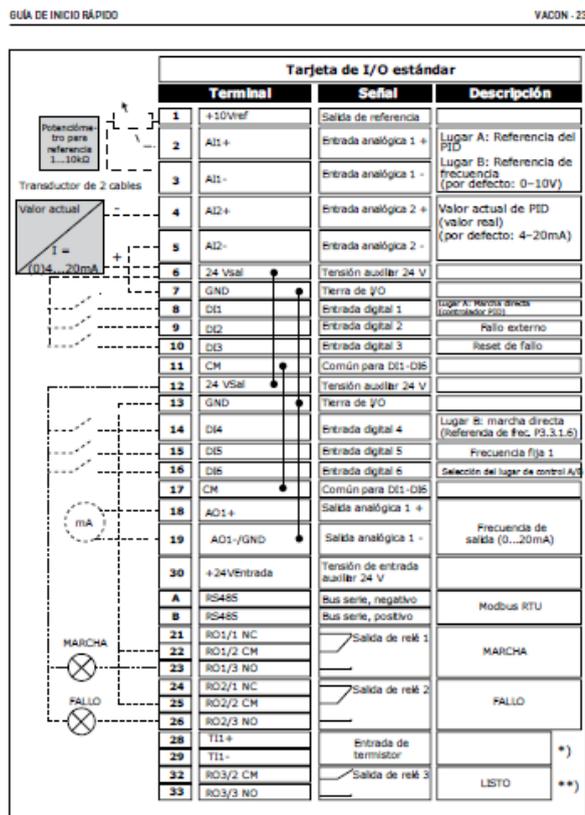


Figura 17: Cuadro de conexiones internas del variador

## CAPÍTULO IV CONSTRUCCIÓN.

### 4.1 CONSTRUCCIÓN.

Se elaboró la tarjeta con los relés, y se instaló en los módulos de los variadores, para su funcionamiento.



Figura 18: Estación de ventilación de interior mina con el sistema de mando a distancia de arranque de motores instalado INTERIOR MINA LUNDINGOLD.

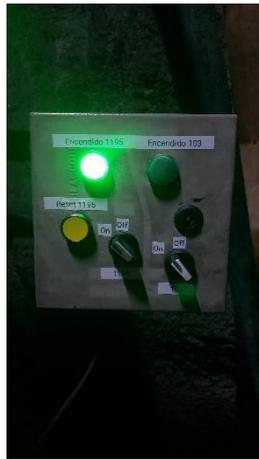


Figura 19: Modelo final del tablero de Arranque de motor a distancia, la luz verde señala que el ventilador esta encendido, el botón amarillo es el reseteo para poder reiniciar el variador, cuenta con selector de marcha y parada.



Figura 20: Modelo de variador con la implementación del circuito electrónico ya instalado y cableado, la luz azul es señal que el circuito esta prendido.



Figura 21: Implementación y conexión, del circuito electrónico, en el variador, se puede apreciar los puntos de conexión entre variador, circuito.

## CONCLUSIONES.

- El circuito de mando a distancia funciona correctamente.
- No alteró la señal telefónica.
- Se probó el circuito por 2 semanas y no presentó falla alguna, se puede decir que funciona correctamente.
- Se logró arrancar los motores desde superficie, sin necesidad que personal técnico tenga que entrar a encender los ventiladores.

## **RECOMENDACIONES.**

- Dar mantenimiento preventivo cada 6 meses.
- Independizar el cableado para tener mayor autonomía del circuito.
- Los circuitos que se tenga de remplazo deben de pasar por el mismo tiempo de prueba.
- Implementar una luz (led) de veracidad de funcionamiento.

## Referencias Bibliográficas

1. Contreras, Rogger Solano. www.rimac. [En línea] junio de 2014. [Citado el: 01 de diciembre de 2019.]
2. <https://definicion.de/relay/>. <https://definicion.de/relay/>. [En línea] [Citado el: 02 de febrero de 2020.] <https://definicion.de/relay/>.
3. Wikipedia – La enciclopedia libre. *Rele de Estado Sólido* [en línea] [fecha de consulta: 02 de febrero 2020]. Disponible [https://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9\\_de\\_estado\\_s%C3%B3lido/](https://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9_de_estado_s%C3%B3lido/)
4. ..Obregón, Crithian Joel Lucas. Arranque directo de un motor trifásico [en línea] [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-luis-vargas-torres/legislacion-informatica/resumenes/arranque-directo-de-un-motor-trifasico/3695804/view/> .
5. Wikipedia – La enciclopedia libre. *Interruptor* [En línea] [fecha de consulta el: 02 de febrero de 2020.]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor/>
6. Wikipedia – La enciclopedia libre. *Electroiman* [En línea] [fecha de consulta el: 02 de febrero de 2020.]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Electroim%C3%A1n/>
7. New ABB. *Que es un variador* [En línea] [Citado el: 29 de febrero de 2020] Disponible: <https://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador/>
8. Wikipedia – La enciclopedia libre. *Contactor* [En línea] [fecha de consulta el: 29 de febrero de 2020.]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Contactor/>
9. Wikipedia – La enciclopedia libre. *Frecuencia* . [En línea] [Citado el: 29 de febrero de 2020] Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Frecuencia/> .
10. Wikipedia – La enciclopedia libre. *Motor* . [En línea] [Citado el: 29 de febero de 2020]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Motor/>