



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA:

Estudio con respecto al cambio del sistema de motores diésel, a matriz de motores eléctricos con red eléctrica como suministro energético en las camaroneras Veland S.A.S.

AUTOR:

Vega Agurto, Galo Mauricio

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título
INGENIERO EN ELECTRICIDAD

TUTOR:

Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael

Guayaquil, Ecuador

13 de febrero del 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Vega Agurto Galo Mauricio**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**.

TUTOR

f. 

M. Sc. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ph. D. Bohórquez Escobar Celso Bayardo

Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del año 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Vega Agurto, Galo Mauricio**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Estudio con respecto al cambio del sistema de motores diésel, a matriz de motores eléctricos con red eléctrica como suministro energético en las camaroneras Veland S.A.S.**” previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 13 días del mes de Febrero del año 2023

f. _____
Vega Agurto, Galo Mauricio



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE
INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, **Vega Agurto, Galo Mauricio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**Estudio con respecto al cambio del sistema de motores diésel, a matriz de motores eléctricos con red eléctrica como suministro energético en las camaroneras Veland S.A.S**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a 13 días del mes de febrero del año 2023

EL AUTOR:

f. _____

Vega Agurto, Galo Mauricio

REPORTE URKUND

Document Information

Analyzed document	Trabajo Titulacion VEGA GALO..docx (D157415669)
Submitted	1/31/2023 12:37:00 AM
Submitted by	
Submitter email	efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	efrain.velez.ucsg@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / tesis Andrea Nieto E.docx Document tesis Andrea Nieto E.docx (D15226801) Submitted by: orlandophilco_7@hotmail.com Receiver: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com	 2
SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / tesis Andrea Nieto E.docx Document tesis Andrea Nieto E.docx (D15269978) Submitted by: orlandophilco_7@hotmail.com Receiver: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com	 2
SA	PROYECTO FINAL -- PROCESADORA DE PRODUCTOS DE MAR.pdf Document PROYECTO FINAL -- PROCESADORA DE PRODUCTOS DE MAR.pdf (D79591251)	 3
SA	TESIS MÓDULO COMPLEMENTARIO.pdf Document TESIS MÓDULO COMPLEMENTARIO.pdf (D142273980)	 1

Reporte Urkund del trabajo de integración curricular de la Carrera de Ingeniería en Electricidad: **Estudio con respecto al cambio del sistema de motores diésel, a matriz de motores eléctricos con red eléctrica como suministro energético en las camaroneras Veland S.A.S.** , del estudiante **Vega Agurto, Galo Mauricio** se encuentra al 3% de coincidencias.

f. 

M. Sc. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael

AGRADECIMIENTO

Este trabajo es el reflejo de años de estudio, esfuerzo y disciplina. No pude haber llegado hasta aquí si no fuera por la ayuda que recibí de parte de mi familia y amigos que siempre estuvieron conmigo con los mejores consejos.

Mi padre por siempre estar ahí y no hacerme faltar nada durante en mi proceso de mi educación en la universidad. Mi madre por siempre estar ahí pendiente que no descuide mis estudios, siempre presionándome para ser una persona de bien y por eso que les agradezco infinitamente.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios padre, mi madre y mi padre que son las personas que estuvieron ahí, que no se descuidaron de mí y más que todo porque son todo para mi vida. Siempre mantuvieron en mí la fe de que pese a todos los problemas que se nos presente en la vida, hay que estar de pie. A que no importa que tan fuerte seas, lo que importa es que tan fuerte resistas. A salir victorioso siempre.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
Ph.D . Bohórquez Escobar, Celso Bayardo
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

M. Sc. Vélez Tacuri, Efraín Oliverio
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

M. Sc. Zamora Cedeño, Néstor Armando
OPONENTE

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
CAPÍTULO 1	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Definición del problema	3
1.4. Justificación del problema	3
1.5. Objetivos	3
1.5.1. Objetivo general	3
1.5.2. Objetivos específicos	3
1.6. Hipótesis	4
1.7. Metodología de investigación	4
2. CAPÍTULO: FUNDAMENTACION TOERICA	5
2.1. Sistema trifásico	5
2.2. Transformadores	7
2.2.1. Funcionamientos de los transformadores	8
2.2.2. Principales elementos de un transformador tipo pedestal	10
2.2.3. Conexión triangulo - estrella	12
2.3. Motores eléctricos	14
2.3.1. Características de motor en vacío	14
2.3.2. Característica de motor con carga	15
2.3.3. Clasificación de motor eléctricos	15
2.3.4. Estructura interna de un motor asíncrono	18
2.3.5. Eficiencia del motor eléctrico	20
2.3.6. Tipos de potencia	21
2.3.7. Factor de potencia	22
2.4. Tableros eléctricos	24
2.5. Variador de frecuencia	25
2.5.1. Etapas de un variador de frecuencia	25
2.5.2. Ventajas del uso del variador de frecuencia	26
2.5.3. Desventajas del uso del variador de frecuencia	27

2.5.4.	Aplicaciones de los variadores de frecuencia	27
2.6.	Sistema puesto a tierra.....	28
2.6.1.	Tipos de sistemas puesta a tierra	28
2.6.2.	Resistividad del suelo	30
2.6.3.	Medición de la resistividad del suelo.....	30
2.6.3.1.	Métodos Wernner.....	30
2.7.	Disyuntor diferencial	31
2.8.	Fusibles	32
2.8.1.	Fusible tipo k.....	32
2.8.2.	Fusible tipo bayoneta	33
2.8.3.	Fusible de disparo rápido NH2	33
2.9.	Seccionador porta fusible.....	34
2.10.	Conductores eléctricos.....	35
2.10.1.	El aislamiento	36
2.11.	Pulsadores	37
2.12.	Selectores.....	37
2.13.	Estructura 3SR - TAT - OTS.....	38
3.	CAPÍTULO: ESTUDIO REALIZADO PARA PROPUESTA DE CAMBIO DE MATRIZ ENERGÉTICA	41
3.1.	Diagrama unifilar del circuito de potencia.....	41
3.2.	Cálculos realizados para el estudio.....	42
3.3.	Descripción general del Proyecto: Evaluación de proyecto de modernización.....	44
3.4	Acometida en media tensión	47
3.4.	Subestación eléctrica	48
3.5.	Acometida en baja tensión	51
3.6.	Tablero de distribución.....	52
3.7.	Variador de frecuencia ATV630C16N4 variador de frecuencia 250hp 400/480V trifásico	52
3.7.1.	Conexión de las entradas de potencia	54
3.7.2.	Descripción del terminal gráfico.....	55
3.7.3.	Habilitar la entradas analógicas y digitales.....	57
3.7.4.	Conexión del diagrama de cableado del bloque de control	58
3.7.5.	Parametrización del variador de frecuencia	60
3.7.6.	Protecciones que presenta el variador de frecuencia ATV630C16N4	
	61	

3.8.	Sistema de medición	62
3.9.	Disyuntor principal	62
3.10.	Motor eléctrico 3F simotic siemens.....	63
3.11.	Sistema puesto a tierra	64
3.12.	Cotización.....	64
3.13.	Comparación de consumo	66
CAPÍTULO 4	67
4.1.	Conclusiones.....	67
4.2.	Recomendaciones.	68
FUENTES CONSULTADAS	69

ÍNDICE DE GRAFICOS

Figura 1 Ondas de voltaje en un sistema trifásico	5
Figura 2 tensiones simples o fases neutros.....	6
Figura 3 Sistema trifásico equilibrado.....	7
Figura 4 Explicación de ley de inducción.....	8
Figura 5 Fenómeno de inducción electromagnética	9
Figura 6 Elementos de un transformador Tipo pedestal	10
Figura 7 Diagrama esquematizado de un transformador	12
Figura 8 Conexión Delta o Triangulo	13
Figura 9 Conexión estrella	13
Figura 10 Conexión Delta y Estrella.....	13
Figura 11 Motor eléctrico Trifásico	14
Figura 12 Rotor tipo jaula de ardilla.....	18
Figura 13 Partes de motor trifásico AC rotor jaula de ardilla	20
Figura 14 Triangulo de potencia.....	21
Figura 15 Tablero Principal	24
Figura 16 Diagrama de potencia y control de un variador de frecuencia.....	25
Figura 17 Etapas de un variador frecuencia	26
Figura 18 Puesta a tierra simple.....	28
Figura 19 Conexión malla	29
Figura 20 Placa puesta a tierra	29
Figura 21 Método Wenner.....	31
Figura 22 Interruptor diferencia	32
Figura 23 Fusible tipo K. Fusible	32
Figura 24 Tipo Bayoneta	33
Figura 25 Fusible NH2	34
Figura 26 Seccionadora porta fusible tipo k.....	34
Figura 27 Seccionada caja fusible NH2.....	35
Figura 28 Conductor eléctrico	35
Figura 29 Tabla de calibre de conductores eléctricos.....	36
Figura 30 Pulsadores eléctricos	37
Figura 31 Selector.....	37
Figura 32 . Estructura 3SR - TAT - OTS.....	39
Figura 33 Estructura TAT + OTS.....	40
Figura 34 Diagrama unifilar de potencia	41
Figura 35 Proyección en 2D del estudio del proyecto.....	44
Figura 36 Imagen satelital	45
Figura 37 Información del poste instalado	46
Figura 38 Transformador Paudmonted.....	50
Figura 39 Bushing de media y baja tensión.....	50
Figura 40 variador de frecuencia ATV630N16C4.	53
Figura 41 Dimensionamiento del variador	54
Figura 42 Retirada de la carcasa de las entradas de potencia	54
Figura 43 Conexión de las entradas de potencia.....	55

Figura 44 Descripción del terminal gráfico.....	56
Figura 45 Instrucciones para control remoto	57
Figura 46 Bornes de control remoto	57
Figura 47 Diagrama de bloque de control	58
Figura 48 Diagrama tres hilos.	59
Figura 49 Conexión de control de entradas digitales y analógicas en el variador de frecuencia	59
Figura 50 Disyuntor siemens trifásico.....	63
Figura 51 Motor Simotic siemens.	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estructura 3SR.....	38
Tabla 2 Estructura TAT + OTS.....	40
Tabla 3 Resumen general del sistema de fuerza eléctrica.....	47
Tabla 4 Datos del transformado Pad Mounted	49
Tabla 5 Características de variadores de frecuencia	53
Tabla 6 Parametrización del variador de frecuencia	61
Tabla 7 Característica del motor	63
Tabla 8 Detalle de cotización	65
Tabla 9 Comparativo de consumo.....	66
Tabla 10 Análisis de consumo en 300 horas	66

RESUMEN

Se realizó un estudio de un circuito eléctrico de potencia para un sistema de bombeo de una camaronera con motor eléctrico trifásico, transformador Pad Mounted, variador de frecuencia y equipos de protección contra sobre cargas y sobre tensiones. Este trabajo define conceptos básicos de cada equipo eléctrico como sus funcionamientos y elementos que los conforman en su estructura interior.

El variador de frecuencia permite que el motor trabaje con lo necesario para evitar picos de corriente. El encendido del motor que se plantea se realiza desde la parte de control de mando del variador de frecuencia con tres pulsadores, que tendrán diferentes funciones el de marcha, parado y parado de emergencia. Además, se añade una entrada analógica que es un potenciómetro que permite regular la velocidad entre 0 a 60 Hertz.

Palabras Claves: (Variador de frecuencia, eficiencia energética, cambio de matriz energética, motor eléctrico, transformador, presupuesto de inversión)

ABSTRACT

A study of an electrical power circuit for a shrimp farm pumping system with a three-phase electric motor, Pad Mounted transformer, frequency inverter and protection equipment against overloads and overvoltages was carried out. This work defines basic concepts of each electrical equipment such as its operation and elements that make up its internal structure.

The frequency variator will allow the motor to work with what is necessary to avoid current peaks. The ignition of the motor will be done from the control part of the frequency inverter with three pushbuttons, which will have different functions: start, stop and emergency stop. In addition, an analog input will be added which will be a potentiometer that will allow to regulate the speed between 0 to 60 Hertz.

Key words: (Frequency inverter, energy efficiency, change of energy matrix, electric motor, transformer, investment budget)

CAPÍTULO 1

1.1. Introducción

El uso de los motores eléctricos tanto en el sector camaronero como en cualquier otra industria permite que el costo de ahorro sea significativo, es por eso que este estudio va dirigido a realizar un presupuesto de inversión y determinar cuáles serán los beneficios de sustituir los motores a diésel a una matriz de motor eléctrico conectado a la red trifásica como suministro energético en la camaronera Veland S.A.S.

Los motores eléctricos son de gran importancia debido a que transforman su energía eléctrica en energía mecánica gracias al diseño en su interior de jaula de ardilla donde las acciones de sus campos magnéticos son producidas a través de sus bobinas, pero requieren una fuente de energía infinita para su instalación. Este tipo de diseño hace posible que los motores a diésel sean reemplazados por estos motores eléctricos obteniendo muchas ventajas.

Los variadores de frecuencia logran evitar picos de voltajes debido a la estructura de su diseño interior que brinda la frecuencia y la corriente necesaria que requiere el motor para su funcionamiento evitando el esfuerzo de torque, esto hace que asuma un rol importante en el ahorro del consumo eléctrico facturado y alarga la vida de útil del motor eléctrico.

1.2. Antecedentes

En los últimos años en Ecuador se ha visto beneficiado en un aumento muy significativo en la generación eléctrica instalada superando la demanda actual en todo el país por el uso de recursos renovables como la generación hidráulica en las cuencas hidrográficas promoviendo el cambio de matriz energéticas en muchos sectores industriales.

Con la nueva generación de desarrollo de motores eléctricos y con el exceso de demanda eléctrica que nuestro país genera y con las antenas de transmisión y distribución instaladas en todo el país hace posible que este tipo de implementación sea un hecho.

1.3. Definición del problema

La camaronera Veland SAS tiene una extensión de 24 hectáreas distribuidas en cuatro piscinas y dos precriaderos donde sus sistemas de bombeo dependen de motores a diésel; se hará un estudio para realizar el cambio de matriz energética para obtener ventajas en este tipo de energía, a nivel económico y ambiental.

1.4. Justificación del problema

Demostrar con esta investigación que los motores eléctricos son el futuro de los procesos productivos como un medio seguro y sostenible. Se pretende implementar un motor siemens de marca alemana que son pioneros en la industria eléctrica en el mundo, con lo que se hizo un estudio del siguiente trabajo de investigación del cambio de matriz energética.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Hacer un estudio de cuan beneficioso es realizar el cambio de matriz energética en la Camaroneras Veland S.A.S. que depende de motores a diésel en su sistema de bombeo.

1.5.2. Objetivos específicos

- Elaborar un estudio de la demanda energética que necesita la camaronera en la implementación del sistema de motores eléctricos.

- Realizar un plan de inversión que representa el sistema de motores a diésel y que beneficio económico tendrá este nuevo proyecto.
- Obtener la información respectiva de los equipos que se requiere para llevar a cabo dicho proyecto.

1.6. Hipótesis

¿Qué se pretende demostrar con el cambio de matriz energética? Con el cambio de estación de bombeo que actualmente son a base de combustión hacia un sistema de motor eléctrico es demostrar que el cambio tiene beneficio en el impacto económico y también evitar la contaminación del medio ambiente por generación CO_2 que producen los motores a diésel. A partir de la realización de un cuadro comparativo de consumo en horas y en qué tiempo se recupera la inversión. El uso de variadores de frecuencia tiene un impacto en el consumo energético.

1.7. Metodología de investigación

La metodología que se plantea en este trabajo es investigativo y cualitativo. Investigativo porque se tiene que buscar información de todos los equipos y dispositivos eléctricos que se tiene que utilizar, entender su funcionamiento y de lograr realizar los dimensionamientos correctos. Cuantitativo porque se tiene que hacer un estudio de presupuesto en la adquisición de los equipos y dispositivos. En base a eso, realizar una tabla estadística.

2. CAPÍTULO: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Sistema trifásico

Son tres fuentes monofásicas desfasadas a 120° una de otra cada una con el mismo valor eficaz, con el mismo valor y frecuencia. Para que un sistema trifásico este equilibrado tiene que tener la misma magnitud de corriente entre sus tres líneas. El sistema trifásico representa una serie de ventaja como la de ahorro de materiales energéticos, disminuyendo en 25 % la cantidad de hilos conductores para lograr alimentar una determinada carga. (Rodríguez miguel, 2020)

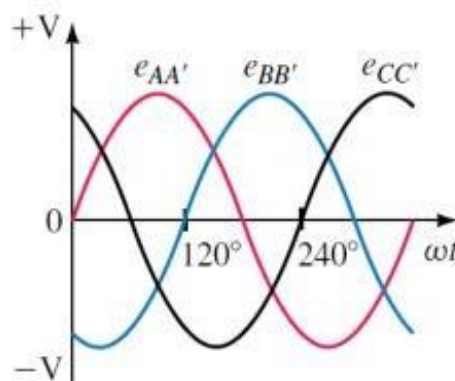


Figura 1 Ondas de voltaje en un sistema trifásico

Fuente: Rodríguez Miguel, 2023 - Adaptado por el autor

Cuando en unas de sus líneas no tiene la misma magnitud se dice que el sistema esta desbalanceado, tienen distintas impedancias alterando el flujo de la corriente, aunque sus líneas estén desfasadas 120° . Para que un sistema trifásico este en equilibrio tiene que cumplir las siguientes condiciones:

- En sus tres líneas debe que tener el mismo valor eficaz y existir un desfase de 120° (es decir, $2\pi/3$ radianes).

- Las intensidades de las tres líneas igual forman un sistema equilibrado de corrientes con el mismo valor eficaz y están desfasadas 120° entre sí.
- Las impedancias de las tres líneas forman un sistema equilibrado de impedancias, significa que tienen el mismo valor eficaz y el mismo factor de potencia. (Gustavo Ferrero, 2016)

Las letras VRN, VSN y VTN es lo mismo que decir VFN (fase-neutro) que representan las tensiones entre fase y neutro o línea neutros:

$$|\bar{V}_{RN}| = |\bar{V}_{SN}| = |\bar{V}_{TN}| = V_{FN}$$

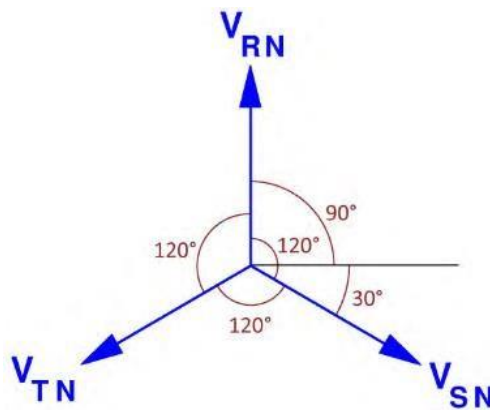


Figura 2 tensiones simples o fases neutros

Fuente: Rodríguez Miguel, 2020 - Adaptado por el autor

$$\bar{V}_{RN} = V_{FN} \angle 90^\circ \quad \bar{V}_{SN} = V_{FN} \angle -30^\circ \quad \bar{V}_{TN} = V_{FN} \angle -150^\circ$$

$$\bar{V}_{RN} + \bar{V}_{SN} + \bar{V}_{TN} = 0$$

Este sistema trifásico equilibrado permite distribuir energía eléctrica en baja tensión para equipos que reciben alimentaciones monofásicas. Las letras VRS, VST y VTR es lo mismo que VL (voltaje línea-línea) que representan las tensiones entre fase y fase:

$$|\bar{V}_{RS}| = |\bar{V}_{ST}| = |\bar{V}_{TR}| = V_L$$

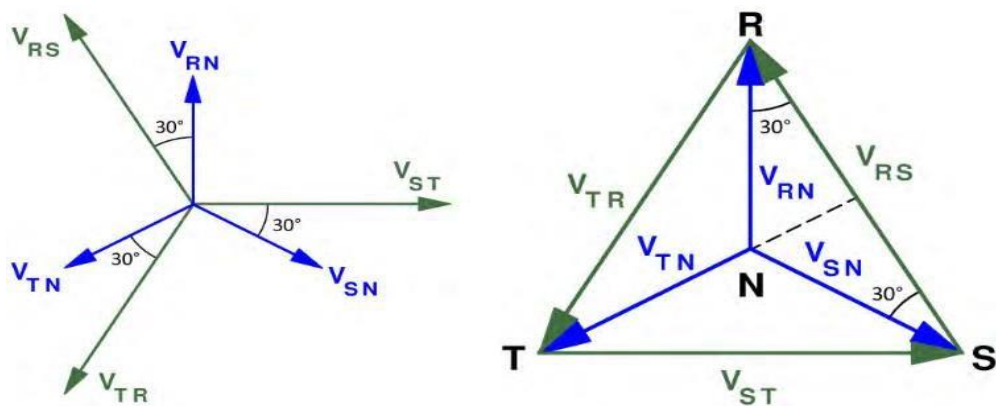


Figura 3 Sistema trifásico equilibrado

Fuente: Rodríguez Miguel, 2020 - Adaptado por el autor

Las relaciones pitagóricas y angulares que se muestran en la Fig 3 donde se puede observar la relación entre los valores eficaces de las tensiones compuestas V_L y de las simples V_{FN} . Entonces, por ejemplo, donde se analiza la fase de línea de R se demuestra que las tensiones de V_L de V_{RS} y V_{FN} de V_{RN} y V_{SN} están directamente relacionados entre sí:

$$\bar{V}_{RS} = \bar{V}_{RN} - \bar{V}_{SN} \rightarrow V_L = 2 V_{FN} \cos 30^\circ = \sqrt{3} V_{FN}$$

$$\boxed{V_L = \sqrt{3} V_{FN}}$$

2.2. Transformadores

Es un dispositivo eléctrico estático de corriente alterna utilizado en los circuitos de potencia, transmisión y distribución que permite aumentar o disminuir los valores de tensión y de corriente según lo requerido sin alterar la potencia y frecuencia del lado primario y del lado secundario del transformador. Las unidades medidas que emplea son los KVA (Voltios-Amperes). (Pérez Milena, 2018)

Estos equipos eléctricos son empleados en los sistemas de distribución y transmisión de energía eléctrica. Cuando se necesita llevar energía eléctrica de un punto a otro desde los centros de generación hasta los centros de

consumo es cuando se eleva la tensión así evitando la pérdida de energía en forma de calor por la resistividad de los conductores. (Pérez Milena, 2018)

2.2.1. Funcionamientos de los transformadores

La estructura interna de un transformador está conformada por un núcleo de láminas de acero que estas a su vez se enrollan en los dos devanados o bobinas que son: La parte primaria que es en donde recibe la energía y la parte secundaria que es por donde sale la energía del transformador hasta las cargas que son alimentadas. Si se tiene un circuito cerrado sometida a un campo magnético como se presenta en la figura 2, la fórmula de flujo magnético se determina mediante la integración del campo magnético con el diferencial de superficie. (Álvarez Julio, 2011)

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

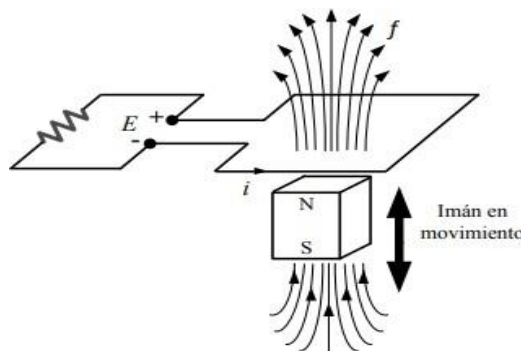


Figura 4 Explicación de ley de inducción

Fuente:(Pérez Sandra, 2018)

Si el flujo es variable con respecto al tiempo entonces se induce una tensión E, que genera una fuerza electromotriz (Fem), que es proporcional a la rapidez de variación del flujo magnético. (Pérez Sandra, 2018)

$$E = \frac{d\phi}{dt}$$

Este tipo de estructura hace posible que se produzca el fenómeno de inducción electromagnética. Cuando se establece una tensión V_1 a los bornes primarios del transformador, inmediatamente circula una corriente alterna estableciendo un campo magnético en N_1 que lo entrelaza con N_2 induciendo una fuerza electromotriz en los bornes secundarios que también dará paso a una nueva corriente y tensión en sus extremos. (Pérez Sandra, 2018)

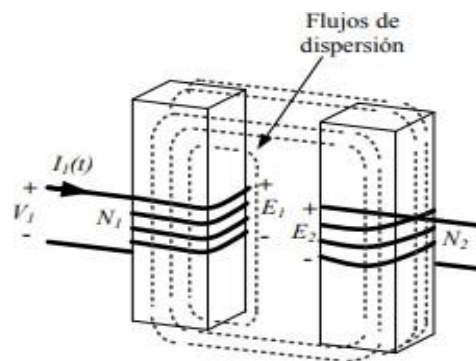


Figura 5 Fenómeno de inducción electromagnética.

Fuente: (Pérez Sandra, 2018)

$$E_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt} \quad \text{y en la bobina 2, se tiene que:} \quad E_2 = -N_2 \frac{d\phi_2}{dt}$$

En la figura 3 la cantidad de flujo que llega a la segunda bobina es un mínimo porcentaje de la primera bobina si se considera la misma cantidad de espiras. Por lo tanto, la tensión inducida en E_2 se reduce debido a la baja permanencia del medio por el que circula el flujo. Para mejorar la eficiencia de tensión inducida en el secundario se debería aumentar la cantidad de espiras que envuelven la bobina. (Pérez Sandra, 2018)

2.2.2. Principales elementos de un transformador tipo pedestal



Figura 6 Elementos de un transformador Tipo pedestal.

Fuente: (Didier Chan, 2018)

- **Porta fusible de expulsión tipo bayoneta:** Dispositivo diseñado para proteger y salvaguardar en su interior el fusible. (Magnetron, 2022)
- **Indicador de temperatura:** Sensor que mide la temperatura del interior del transformador en el lado de alta, en baja tensión y también para medir la temperatura del aceite
- **Boquillas de alta tensión:** Son dispositivos utilizados que sirven para sacar los terminales del lado primario y lado secundario del transformador hacia el exterior. (Magnetron, 2022)
- **Seccionador:** Dispositivo de ruptura lenta, que trabaja en conjunto con el disyuntor diferencial y el interruptor. Para asegurar y garantizar el éxito de la operación y la seguridad estas se deben que utilizar en vacío o sin carga ya que ese es el procedimiento correcto. (Magnetron, 2022)
- **Cambiador de derivaciones:** Cuando el transformador está sin corriente y desenergizado este dispositivo se puede maniobrar desde el exterior del transformador donde selecciona la derivación

de un devanador y se encuentra sumergido en un líquido refrigerante para la protección. (Magnetron, 2022)

- **Barra de conexiones a tierra en alta tensión:** Conexión entre los cables de protección de puesta a tierra con la barra y que transporta la corriente a tierra. (Magnetron, 2022)
- **Base deslizable con recubrimiento:** Armazón que recubre y protege al transformador. (Magnetron, 2022)
- **Válvula de sobrepresión:** Libera la presión en el tanque en donde las válvulas controlan de forma segura y confiable la circulación de refrigeración y la presión dentro del transformador. (Magnetron, 2022)
- **Provisión para llenado:** Espacio donde se ubica el aceite aislante hasta lo necesario. (Magnetron, 2022)
- **Indicador de nivel de líquido aislante:** Sensor encargado de medir el nivel de aceite aislantes dentro del transformador. Ayuda a prevenir las fugas del aceite que se pueden presentar y que puedan ocasionar daño y pongan en riesgo la vida útil del transformador.
- **Boquilla de baja tensión:** Dispositivos utilizados que sirven para sacar los terminales del lado secundario y lado primario del transformador hasta el exterior. (Magnetron, 2022)
- **Boquilla para neutro común:** Dispositivos utilizados que sirven para sacar los terminales del lado secundario y lado primario del transformador hasta el exterior. (Magnetron, 2022)
- **Conexión del neutro a tierra:** Conexión puesta a tierra del transformador.
- **Placa de características:** La placa de características de un transformador eléctrico especifica todos los detalles técnicos fijos y variables en las que se especifica tensión nominal, corriente nominal, impedancia, diagrama de conexiones, etc.
- **Combinación de válvula de drenaje y muestreo:** Permite recoger muestras del aceite aislante de una manera segura y confiable así

sea que el transformador esté en funcionamiento. (Magnetron, 2022)

- **Placa para tierra:** Electrodo que se entierra en el suelo para protección de sobre carga.

2.2.3. Conexión triángulo – estrella

Este tipo de conexión es muy utilizado para reducir los voltajes de media tensión a baja tensión para energizar a una carga monofásica o trifásica. Además, permite conectar cualquier carga desequilibrada sin desequilibrar las tensiones secundarias. Son las más empleadas para entregar cargas en monofásicas y trifásicas debido a que en su bobinado secundario sale un neutro que también se conecta a tierra y que permite hacer conexiones en monofásica (línea y neutro). (Didier Chan, 2018)

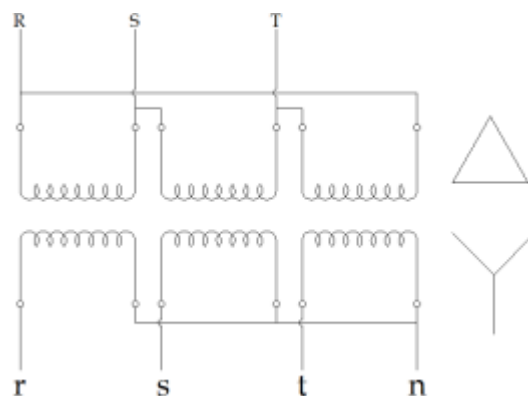
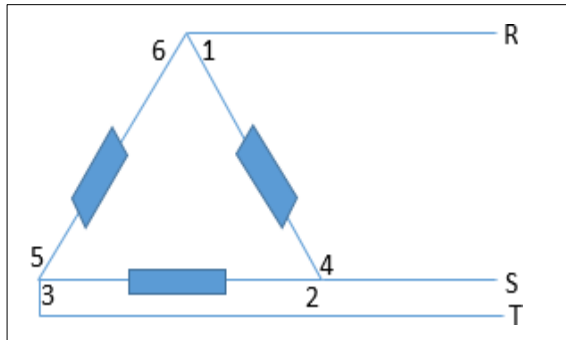


Figura 7 Diagrama esquematizado de un transformador.

Fuente: Barrios Pablo, 2015 - Adaptado por el autor

En la conexión delta del lado primario los voltajes en las tres fases son iguales, pero del lado secundario interviene el factor 3 con lo que se determina con la siguiente relación matemáticas:

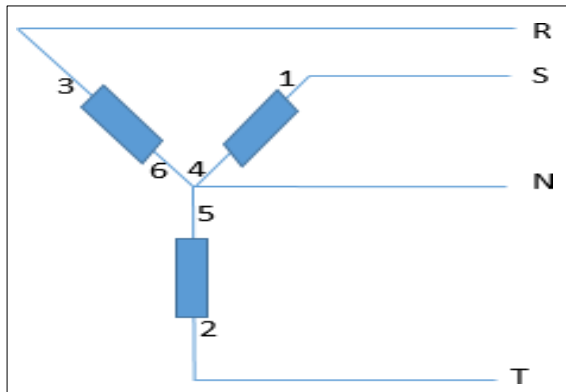


$$V_L = V_F$$

$$I_L = \sqrt{3} \times I_F$$

Figura 8 Conexión Delta o Triangulo.

Fuente: Barrios Pablo, 2015 - Adaptado por el Autor.

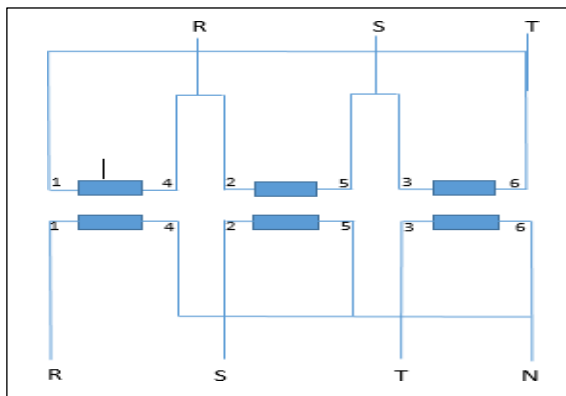


$$I_L = I_F$$

$$V_L = \sqrt{3} \times V_F$$

Figura 9 Conexión estrella.

Fuente: Barrios Pablo, 2015 - Adaptado por el Autor.



Relación de transformación:

$$a = \frac{\sqrt{3} \times V_{LP}}{V_{LS}}$$

Figura 10 Conexión Delta y Estrella.

Fuente: Barrios Pablo, 2015 - Adaptado por el Autor.

2.3. Motores eléctricos

Los motores eléctricos son máquinas industriales construidas a partir de los principios del electromagnetismo y la ley de Faraday donde transforman la energía eléctrica en energía mecánica que se absorben a través de sus bornes, en la que se induce una carga eléctrica desde una fuente externa. (Sánchez rolando, 2010)

El campo magnético de las barras del rotor es atraído por el campo magnético del estator que por medio de un conductor (bobina) se crea un movimiento dentro de su eje en sentido de la dirección del campo magnético, apareciendo una fuerza electromotriz (fem). La potencia de carga del motor esta expresado en caballo de fuerza (Hp) o kilowatts. (Sánchez rolando, 2010)



Figura 11 Motor eléctrico Trifásico

Fuente: (Siemens, 2022)

2.3.1. Características de motor en vacío

Es cuando el motor no está trabajando con el peso de ningún objeto y ni tiene una fuerza externa que transforme la energía eléctrica a energía mecánica. Es de vital importancia la corriente en vacío porque ayuda a saber si el motor está en óptimas condiciones para su montaje. (Weq, 2021)

2.3.2. Característica de motor con carga

Es cuando el motor realiza un determinado trabajo, pero puesto en él una carga que lo obliga a absolver y a transformar la energía eléctrica en energía mecánica. (Weq, 2021)

2.3.3. Clasificación de motor eléctricos

2.3.3.1. Motores de corriente continua

- **Motor de excitación en serie:** Este tipo de motor de corriente continua su armadura se conecta en serie con el devanado de campo magnético principal, pero su elaboración está construida por un alambre grueso debido a que tiene que soportar la corriente total de la armadura. Esta estructura hace que se produzca un flujo magnético que es directamente proporcional a la corriente de la armadura producida por la carga del motor. No obstante, su velocidad de giro depende según la variación del tipo de carga que se transmita a través del motor. Su par de arranque es muy elevado y se aceleran las cargas pesadas rápidamente. (Valenzuela Jonathan, 2013)
- **Motor de excitación en derivación:** El motor de corriente continua de excitación en derivación su conexión es en derivado o en paralelo con respecto al bobinado inductor principal con el inductor auxiliar o el bobinado inducido. La ventaja de este de motor es que se mantiene constante con cualquier carga eléctrica. (Valenzuela Jonathan, 2013)

Su funcionamiento depende de dos fuentes de alimentación por medio del rotor y del estator. Si es que existe alguna variación en la velocidad en el motor se debe al aumento o disminución de la fuerza electromotriz por aumento o disminución de la caída de tensión dentro del rotor. (Valenzuela Jonathan, 2013)

- **Motor de excitación compuesta:** En el motor de excitación compuesta su encendido se debe por las dos bobinas inductores independientes. El primero está en conexión en derivación con el circuito y el segundo está conectado en serie con los bobinados. (Valenzuela Jonathan, 2013)
- **Motor de excitación independiente.** Los motores de excitación independiente obtienen su alimentación a través de dos fuentes de alimentación de tensión para energizar el rotor y el estator. Con esto se puede hacer que la carga del campo magnético del estator sea constante porque ya no depende de la carga del motor. (Valenzuela Jonathan, 2013)

2.3.3.2. Motores de corriente alterna

- **Motor síncrono:** Debido al diseño en su estructura interior donde los imanes de campo se ubican sobre el rotor y se excitan con corriente puede funcionar como generador y motor. Además, la frecuencia de alimentación esta sincronizada con el eje de rotación. (León María, 2015)

$$n = \frac{60 \times f}{p}$$

f: frecuencia de la red que esta conecta la maquina(Hz).

p: número de pares de polos que tiene la máquina.

n: Velocidad de sincronismo de la maquina (revoluciones por minuto).

- **Motor asíncrono:** Son los más utilizados en la industria por su fácil aplicación, fácil construcción, bajo costo de mantenimiento y fabricación. Además, son motores en que el eje de rotación no se encuentra sincronizada que a la frecuencia de la red. En el motor

asíncrono la corriente que circula por los devanados se debe por la fuerza electromotriz inducida debido al campo giratorio, por eso que también se llama como motor de inducción. (León María, 2015)
Cuando el estator es alimentado por las tensiones de la red trifásica, se produce en el entre hierro un campo magnético giratorio de amplitud constante cuya velocidad es:

$$n_s = \frac{f \times 2\pi}{p}$$

f: frecuencia de la red que esta conecta la maquina (Hz).

p: número de pares de polos del motor.

n: Velocidad de sincronismo de la maquina (revoluciones por minuto).

- **Motor asíncrono de rotor bobinado:** Consiste en que su bobinado esta devanado en las ranuras y el devanado del rotor se encuentra formado igual que el estator con el mismo número de polos. (León María, 2015)
- **Motor asíncrono Jaula de ardilla:** Este tipo de motor está construido por un número determinado de barras conductoras de cobre o de aluminio donde sus extremos están conectados por dos anillos que se unen por una fundición o soldadura que se puede apreciar en la figura, formando un cilindro con el eje del motor y paralelamente a su eje donde se colocan los conductores. (León María, 2015)

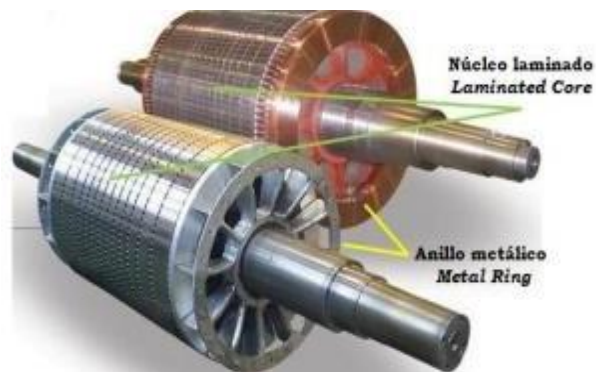


Figura 12 Rotor tipo jaula de ardilla
Fuente: (Reyna cesar, 2017)

2.3.4. Estructura interna de un motor asíncrono

- **Estator:** Conformar la parte fija del motor electromagnético que actúa como base donde se alojan las bobinas. El núcleo del estator está construido por hojas de acero, llamadas laminas delgada que están unidas entre sí para producir el giro magnético sobre el rotor, tienen este diseño de láminas para reducir la pérdida de energía que se obtendría si se conformara por un solo núcleo de acero sólido. (Andrés de Vandelvira, 2011)

- **Placa de bornes:** Es una placa compuesta por unos bornes de conexión para las líneas de alimentación del motor eléctrico sea en monofásico o en trifásico con una base de material aislante normalmente resina o bakelita y de aquí se pueden realizar las conexiones en estrella o triángulo.

- **Rotor:** Es la parte giratoria del motor eléctrico debido al campo magnético. El más empleado en un motor trifásico es la jaula de ardilla conformada por un núcleo magnético, bobina y eje. Su estructura está formada por laminas finas de acero formando un cilindro que cuando está gira genera la potencia mecánica.

- **Rodamientos:** Los rodamientos son diseñados para funcionar a cargas elevadas y a altas velocidades dentro de los motores eléctricos. En los diseños de jaula de ardilla su configuración puede ser simple o doble. Está conformada por cojinetes que permiten el movimiento de partes como los anillos internos y externo. (Andres de Vandelvira, 2011)

- **Eje:** Es una pieza construida de eje macizo en forma barra cilíndrica que se ubica en el centro, destinada a guiar el movimiento de rotación para impulsar y transmitir la energía en la que podamos conectar todo lo que se quiere mover desde el motor eléctrico. Este tiene que ser diseñado de manera que sea suficientemente capaz de transmitir el máximo torque requerido.

- **Bobinado:** Es el conjunto de espiras enrolladas compactadas unidas entre sí formadas por alambres o hilos de cobre esmaltados o algunas veces de cualquier otro material conductor, ubicadas en la parte interna del motor eléctrico donde se almacena energía en forma de campo magnético y cuando es transmitida por una corriente eléctrica. (Andres de Vandelvira, 2011)

Carcasa: La carcasa es una envoltura resistente metálica que cumple la función de brindar protección mecánica al interior del motor, cubriéndolo totalmente el devanado.

- **Placa de características:** La placa de características de un motor eléctrico es un conjunto de información detallada de especificaciones técnicas de un motor eléctrico que el comprador necesita saber al realizar su compra tales como: tensiones nominales, frecuencia, número de fases, corrientes nominales, factor de potencia, caballo de fuerza, eficiencia, número de serie o de identificación, temperatura

máxima y mínima de servicio, altitud en la que puede trabajar, nombre del fabricante, entre otros. (Andres de Vandelvira, 2011)

- **Ventilador:** Encargada de asegurar la circulación de flujo continuo de aire en el sistema de refrigeración del motor. Su principal función es retirar el aire caliente por aire fresco en los espacios cerrados para evitar sobrecalentamientos.

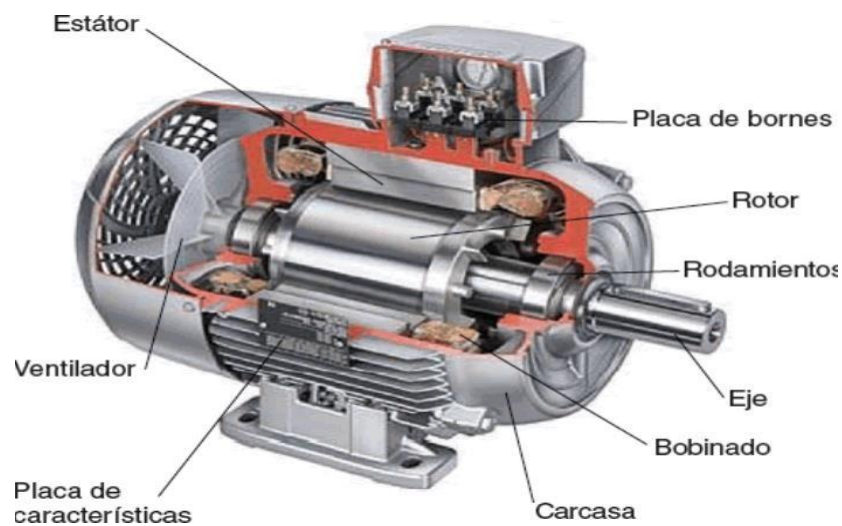


Figura 13 Partes de motor trifásico AC rotor jaula de ardilla.

Autor: (UNLP, 2022)

2.3.5. Eficiencia del motor eléctrico

La eficiencia es la capacidad que tiene un motor de convertir la energía eléctrica en energía mecánica, es decir en energía útil. No toda la cantidad de energía eléctrica que recibe el motor puede ser transformada en energía mecánica, por lo que la eficiencia nunca será del 100 %. (weq, 2021)

Por tanto, el rendimiento de eficiencia es la relación de potencia mecánica de salida con la potencia eléctrica de entrada. Esta expresada por la siguiente fórmula

$$Ef = \frac{(Hp) \times 746}{\sqrt{3} \times VL \times fp} = (A)$$

2.3.6. Tipos de potencia

El triangulo de potencia muestra la relacion que se obtiene a partir de la relacion matematicas de teorema de pitagoras entre los diferentes tipos de potencia electricás en AC:

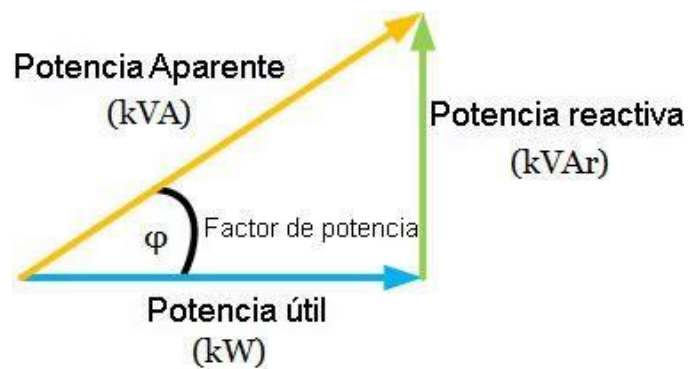


Figura 14 Triangulo de potencia

Fuente: (Muso Edwin, Tipán Alexander, 2021)

$$\cos(\theta) = \frac{P(\text{Potencia activa})}{S(\text{Potencia aparente})} \qquad \text{sen}(\theta) = \frac{Q(\text{Potencia reactiva})}{S(\text{Potencia aparente})}$$

- **Potencia activa:** También llamada como potencia real es la potencia útil que se disipa al realizar un trabajo en un circuito o es la demanda real que requiere una carga para un determinado trabajo. Lo dispositivos eléctricos necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento, por lo tanto, la potencia activa es la energía realmente consumida en los circuitos. Su unidad de medida está dada por kilowatts y está representada por la letra P. (Muso Edwin, Tipán Alexander, 2021)

$$P = S \times \cos(\varphi) \times \sqrt{3}$$

$$P = V \times I \times \cos(\varphi) \times \sqrt{3}$$

- **Potencia reactiva:** La potencia reactiva es la energía que se desperdicia, la no consumida, pero también es la encargada de generar el campo magnético para el funcionamiento en caso de que si el circuito posea en su estructura condensadores y bobinados como son los transformadores, motores eléctricos, generadores, entre otros dispositivos que crean campo electromagnético. Por eso un elevado uso de la potencia reactiva genera una penalización por parte de la empresa eléctrica. Su unidad de medida está dada por Voltios Amperes Reactivos (VAR) y está representada por la letra Q.

$$Q = S \times \sin \phi \qquad Q = V \times I \times \sin \phi \times \sqrt{3}$$

- **Potencia aparente:** Es la suma vectorial basada en la relación de Pitágoras entre la potencia activa y la potencia reactiva. Para entender mejor es la sumatoria de las energías que se disipa en forma de trabajo y en forma de calor. La unidad de medida de la potencia aparente está dada por Kilo Voltios Amperes (KVA) y está representada por la letra S. La potencia aparente tampoco es realmente la energía consumida, a menos que el factor de potencia sea uno (Cos=1). (Muso Edwin, Tipán Alexander, 2021)

$$S = I_{rms} \times V_{rms} \times \sqrt{3} \qquad S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

2.3.7. Factor de potencia

Es la relación que existe entre la potencia entregada y la potencia realizada, es decir un motor eléctrico no solo consume potencia activa también consumo potencia reactiva. Tenemos que saber que la potencia aparente siempre es mayor que la activa por su sumatoria vectorial entre la potencia

activa y la potencia reactiva, pero si las dos fueron de la misma magnitud entonces el factor de potencia sería aproximadamente 1, eso significaría que existen capacitancias e inductancias ayudando al Fp. (Fraile Jesus, 2012)

Mientras la potencia aparente vaya aumentando con respecto a la activa, el factor de potencia va disminuyendo debido a la reactancia de las cargas. Corrigiendo el factor de potencia se mejora la eficiencia, rendimiento del motor y los costos eléctricos que se facturan serian menor, otorgando mayor disponibilidad de potencia real.

El factor de potencia está definido por el coseno(Θ) donde Θ es el ángulo de desfase de la tensión con la corriente y la relación entre la potencia activa (P) y potencia aparente (S). (Fraile Jesus, 2012)

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}} = \cos \varphi$$

- Carga resistiva: $\cos(\Theta)=1$
- Carga inductiva: $\cos(\Theta)$ atrasado
- Carga capacitiva: $\cos(\Theta)$ adelantado

2.4. Tableros eléctricos.

Es uno de los componentes más importantes en una instalación eléctrica. En el diseño se tiene que considerar muchos criterios y factores importantes como las normativas, condiciones ambientales y eléctricos para garantizar la seguridad del circuito de la instalación y del personal. (Alberto Luis, 2019)

Permite la facilidad de operación debido a que en su interior contiene diferentes elementos en baja tensión para el desarrollo de actividades de las operaciones:

- Elementos de Señalización
- Elementos de Medición
- Elementos de Comando
- Elementos de Protección
- Elementos de Conexión
- Elementos de Maniobra
- Elementos de control automático



Figura 15 Tablero Principal
Fuente: (Ketplus, 2022)

2.5. Variador de frecuencia

También conocido como variador de velocidad es un dispositivo electrónico diseñado para controlar la velocidad y desempeñar diferentes funciones en los motores eléctricos de inducción por medio de la variación de su frecuencia que varía entre los 50 a 60 Hertz, según el país. (Arana Xavier, 2017)

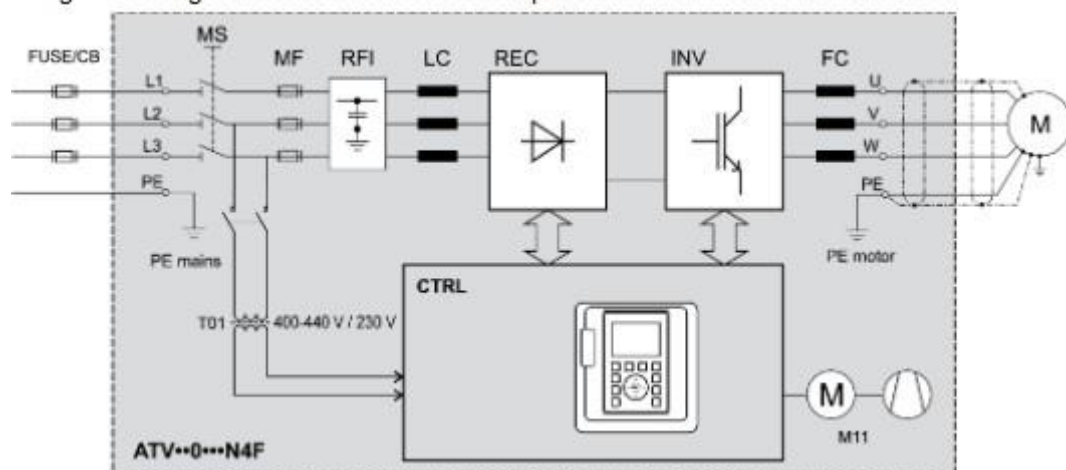


Figura 16 Diagrama de potencia y control de un variador de frecuencia.
Fuente: (Altivar process, 2020)

2.5.1. Etapas de un variador de frecuencia

- **Etapa rectificadora:** Se emplean diodos rectificadores y tiristores. Estos elementos transforman la corriente alterna en corriente continua. (Arana Xavier, 2017)
- **Etapa intermedia:** Se emplean bobinas y condensadores para controlar la tensión rectificada y disminuir la creación de rizados armónicos para obtener valores más estables que se conduce por medio de la red. (Arana Xavier, 2017)
- **Inversor o invertir:** Nuevamente transforma la tensión continua en tensión alterna y de frecuencia variable requerida. Aquí se emplean IGBT's que conforman circuitos integrados diseñados por

microcontroladores para generar pulsos y haciendo que la frecuencia y tensión de salida sean variables. (Arana Xavier, 2017)

- **Etapas de control:** Es la etapa que controla los IGBT's que generan pulsos permitiendo ajustar la variación de la velocidad y la tensión del variador de frecuencia. Además, brinda protección, entradas y salidas tanto analógicas como digitales. (Arana Xavier, 2017)

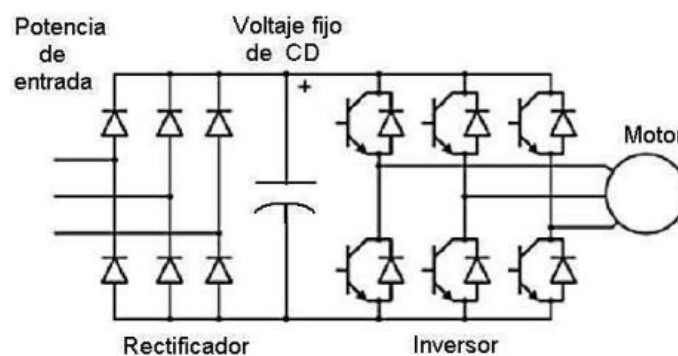


Figura 17 Etapas de un variador frecuencia.

Fuente: (Castillo Anderson, Pérez Jharol 2021)

2.5.2. Ventajas del uso del variador de frecuencia

- Representa ahorro energético y por tanto económico.
- Prolonga la vida funcional del motor eléctrico.
- Disminuye los picos de corriente y de voltaje en el encendido del motor eléctrico. (Pesantez Adriana, 2012)
- Reducción del deterioro mecánico de motor.
- Se puede combinar varios motores a la vez hasta la capacidad máxima del variador de frecuencia. (Pesantez Adriana, 2012)
- Variar de la velocidad del motor dependiendo a las necesidades del usuario, sin la necesidad de implementar controlares CD que resultan más costosas y llevan a mayor riesgo de fallo.
- Tiene una propia protección de sobre corrientes mediante el inversor.

- Mejora el factor de potencia disminuyendo los costos de operación.
- Mejora el factor de potencia y por tanto se aprovecha al máximo el consumo de corriente de la instalación, aumentando su eficiencia, disminuyendo los costos operativos. (Pesantez Adriana, 2012)
- Capacidad de poder sincronizar la carga mecánica a el torque o par del motor obteniendo el mínimo desgaste.
- No hay sobrecalentamiento en el motor eléctrico.
- Se mejora significativamente el control operático, aumentando la productividad del proceso y la rentabilidad. (Pesantez Adriana, 2012)

2.5.3. Desventajas del uso del variador de frecuencia

- Es un dispositivo caro, pero a largo plazo es rentable.
- Requiere conocimiento amplio para la programación debido a que dependiendo su aplicación resulta complejo, solo personal cualificado.

2.5.4. Aplicaciones de los variadores de frecuencia

Tienen una amplia gama de aplicaciones y puedes ser:

- Bombas centrífugas: Permiten el control del caudal, volumen y de presión variable. (Pesantez Adriana, 2012)
- Ventiladores de aire acondicionado, torres de enfriamiento, extractores de aire, etc.
- Cintas transportadoras: ayudan al control y sincronización de la velocidad de producción y a la coordinación con otras máquinas.
- Ascensores y elevadores: Parada y arranque suave, manteniendo el torque, evitando movimiento brusco. (Pesantez Adriana, 2012)
- Extrusoras. Se obtiene una gran variación de velocidades y control total del par del motor.
- Prensas mecánicas y balancines. Se consiguen arranques suaves y mediante velocidades bajas en el inicio de la tarea, se evitan los desperdicios de materiales.

- Pozos petroleros. Se usan para bombas de extracción con velocidades de acuerdo a las necesidades del pozo.
- Máquinas textiles.
- Compresores de aire.

2.6. Sistema puesto a tierra

Es un sistema de protección para los equipos eléctricos y para salvaguardar la vida de las personas, donde los equipos y las partes metálicas del circuito se unen a tierra por medio de conductores que se unen a un conjunto de electrodos enterrados en el suelo. Esta conexión ayuda a que no circulen y no fluctúen cargas indeseadas como cortos circuitos, corrientes excepcionales o descargas atmosféricas que puedan perjudicar al sistema eléctrico. (Ciencia e Ingeniería, 2017)

Cuando se requiera utilizar dispositivos eléctricos con cargas monofásicas que provengan de un transformador, el neutro se lo aterriza a tierra para evitar que los voltajes neutros existan variaciones en la carga.

2.6.1. Tipos de sistemas puesta a tierra

2.6.1.1. Electrodo puesto a tierra simple

Se establece la conexión de un electrodo más el conductor en el que se realiza una conexión directa a tierra.

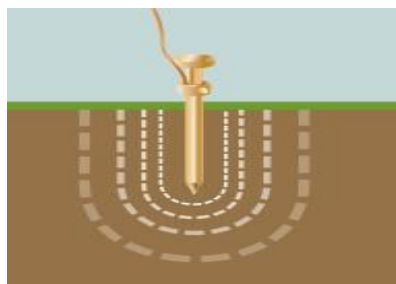


Figura 18 Puesta a tierra simple

Fuente: (FLuke, 2017)

2.6.1.2. Conexión de malla

Es un conjunto de conductores desnudos de cobre conectados con los electrodos. Se basa en un sistema muy sólido reticulado elaborado por conductores horizontales y verticales entrelazados de manera uniforme. Por su estructura poseen un excelente desempeño contra la corrosión.

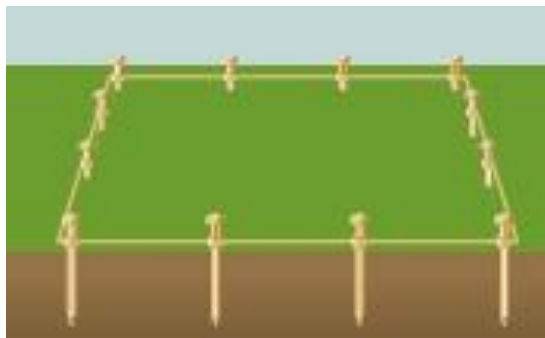


Figura 19 Conexión malla.

Fuente: (Fluke, 2017)

2.6.1.3. Placa puesta a tierra

Son utilizados en terrenos de alta resistividad, en terrenos rocosos, con una baja capa de tierra. Son elaborados de acero inoxidable, instalados en terrenos húmedos con elevada salinidad y corrosión.

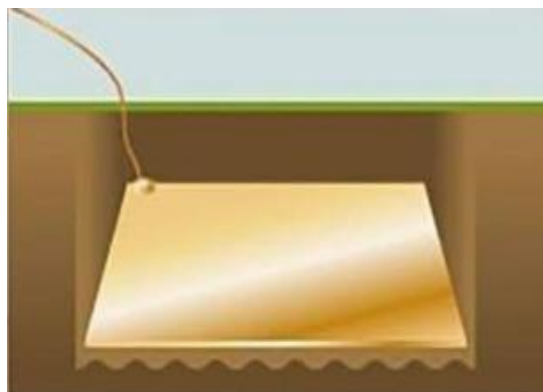


Figura 20 Placa puesta a tierra.

Fuente: (FLuke, 2017)

2.6.2. Resistividad del suelo

El suelo al igual que cualquier otro tipo de material conductor posee una resistividad y por tanto ofrece una resistencia. El factor que interviene en la resistencia del suelo es la resistividad del suelo expresada en ohmios por lo que es importante hacer los cálculos correspondientes para conocer su valor e instalar una buena puesta a tierra. La resistividad del suelo es la capacidad que tiene para transportar cargas eléctricas hasta el suelo. (Sinchi Freddy, 2017)

Depende de varios factores que son:

- Humedad, temperatura y salinidad.
- Cantidad de electrolitos susceptibles para conducir la corriente eléctrica.
- Tipo de suelo, compactación y composición propia del terreno.

2.6.3. Medición de la resistividad del suelo

La medición de resistividad del suelo está sujeta al promedio de varias mediciones que se deben realizar, debido a que los suelos no son uniformes en las diferentes capas que la componen. Los terrenos con baja resistividad tienen mayor incremento de corrosión y así inversamente. (Sinchi Freddy, 2017)

2.6.3.1. Método Wenner

Es el método universal y el más seguro. En la práctica se basa en 4 electrodos insertados en una misma dirección, profundidad y distancia una con respecto a otra para medir la resistividad aparente. El principio de funcionamiento de esta medición se basa en inyectar corriente directa entre los electrodos C1 y C2, mientras que aparecerá una tensión en los electrodos P1 y P2 que es medido con el ohnmetro. (Sinchi Freddy, 2017)

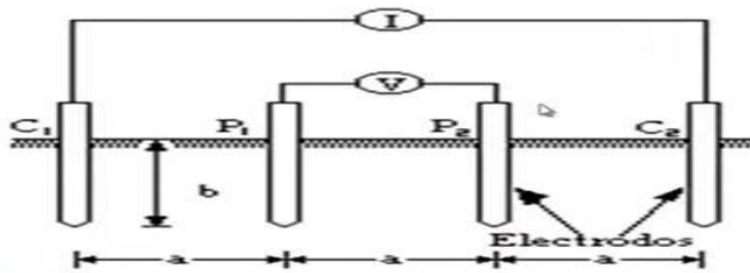


Figura 21 Método Wenner

Fuente: (Cárdenas Juan, 2011)

La resistividad aparente está dada por la siguiente expresión:

$$P := \frac{2\pi \times A \times R}{\left[1 + \left[\frac{2A}{A^2 + 4B}\right]^{0,5}\right] + \frac{2A}{(4A^2 + 4B)^{0,5}}}$$

Donde:

- ρ : Resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m
- A: Distancia entre electrodos en metros
- B: Profundidad de enterrado de los electrodos en metros
- R: Lectura del terrómetro en ohms

Si la distancia enterrada (B) es de menor proporción comparada con la distancia de separación entre los electrodos (A). O sea $A > 20B$, la siguiente fórmula simplificada se puede aplicar:

$$\rho := 2\pi \times A \times R$$

2.7. Disyuntor diferencial

Es un dispositivo eléctrico que es instalado en un circuito de baja tensión, su principal función es desconectar de forma rápida el paso del flujo eléctrico cuando existan fugas de corrientes. El disyuntor comprueba que entre la entrada y salida no exista diferencias de corriente, es decir se asegura que la misma que entra sea la misma a la que sale, reconociendo que, si existe o no una fuga, interrumpiendo el suministro. (Schneider Electric, 2022)

En caso de que no exista una fuga de corriente, y una persona entre en contacto con el equipo eléctrico la carga de esta atravesara su cuerpo hacia tierra, el diferencial interrumpirá el paso de la corriente en un tiempo suficientemente corto evitando que tenga daños en su cuerpo y evita la creación de incendio por los sobres cargas de corriente que pueden suceder.



Figura 22 Interruptor diferencia

Fuente: (Schneider Electric, 2022)

2.8. Fusibles

2.8.1. Fusible tipo k

Brindan protección cuando existe una sobre corriente en una red eléctrica. Su funcionamiento se basa en el derretimiento de la tira metal o del alambre en el instante que recorre una sobre corriente en él, interrumpe o detiene el paso de la corriente. Este va dentro de una seccionadora porta fusible. (Pérez segundo, 2017)



Figura 23 Fusible tipo K. Fusible.

Fuente: (Electro castillo, 2023)

2.8.2. Fusible tipo bayoneta

Son utilizados para proteger en tensiones nominales de 11.4Kv hasta tensión máxima de servicio de 14.5Kv. Su diseño está elaborado para operar en los equipos de distribución, como son los transformadores Padmounted, equipos sumergidos en aceite y equipo de conmutación. Se lo ubica dentro de una seccionadora porta fusible. (Alanya Emerson, 2021)



Figura 24 Tipo Bayoneta

Fuente: (Anhung, 2018)

2.8.3. Fusible de disparo rápido NH2

Es un elemento de protección que cuando existe una sobrecarga o cortocircuito, el fusible se hunde interrumpiendo el paso de la corriente, abriendo el circuito. Se utilizan principalmente en baja tensión para dispositivo electrónicos como arrancadores suave o variadores de frecuencia. (Bussman, 2021)



Figura 25 Fusible NH2

Fuente: (Bussman, 2021)

2.9. Seccionador porta fusible

Es un dispositivo que entra en funcionamiento mecánico automático cuando el fusible detecta un fallo. Su función es interrumpir o aislar el circuito eléctrico con la alimentación. También ayuda a dejar fuera de servicio la alimentación y así poder brindar servicio de mantenimiento y brindar protección más segura. (Alanya Emerson, 2021)

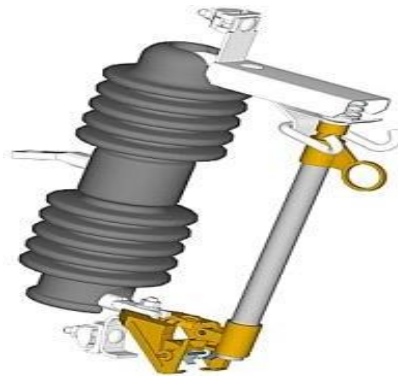


Figura 26 Seccionadora porta fusible tipo k

Fuente: (Ministerio de electricidad, 2021)



Figura 27 Seccionadora caja fusible NH2

Fuente: (Catalogo Siemens, 2020)

2.10. Conductores eléctricos

Es un tipo de material que permite el paso de la corriente eléctrica, la mayoría de los conductores están elaborados por cobre y aluminio por su elevada conductividad, pero el más empleado es el cobre electrolítico al 99.99% de pureza ya que presenta notables ventajas eléctricas y mecánicas (maleabilidad, firmeza y resistencia al desgaste). Según su aplicación el cobre tendrá características de diferentes niveles de dureza. (Centelsa, 2017)

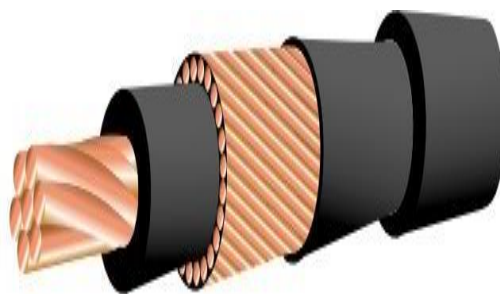


Figura 28 Conductor eléctrico

Fuente: (Downlitgh, 2022)

2.10.1. Aislamiento Eléctricos

Los aislantes son materiales compuestas de sustancias poliméricas que se unen entre sí para formar una molécula más gruesa. La función de los aislamientos en los conductores eléctricos es de evitar que la carga eléctrica que fluye en él, entre en contacto con el exterior es decir las personas, objetos con carcasa metálica. De la misma manera permite que los conductores de diferente voltaje y corriente entren en contacto entre sí. Existen varios tipos de aisladores de conductores eléctricos según sus especificaciones técnicas: temperatura, tensión, humedad, medio de trabajo, resistencia a agentes químicos, rayos solares, entre otros. (Rodríguez miguel, 2015).

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Espesor de Chaqueta (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total Aprox. (kg / km)	*Capacidad de Corriente (A)
CALIBRE AWG o kcmil	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos					
FORMACIÓN SÓLIDO Y CABLEADO CONCÉNTRICO							
14	2,08	1	0,38	0,10	2,59	22,56	25
12	3,31	1	0,38	0,10	3,01	34,32	30
10	5,261	1	0,51	0,10	3,81	54,74	40
8	8,367	1	0,76	0,13	5,04	89,55	55
8	8,367	7	0,76	0,13	5,48	94,93	55
6	13,3	7	0,76	0,13	6,44	144,57	75
4	21,15	7	1,02	0,15	8,22	231,68	95
FORMACIÓN UNILAY							
14	2,08	19	0,38	0,1	2,76	23,58	25
12	3,31	19	0,38	0,1	3,26	35,93	30
10	5,261	19	0,51	0,1	4,11	57,28	40
8	8,367	19	0,76	0,13	5,40	93,62	55
6	13,3	19	0,76	0,13	6,34	142,58	75
4	21,15	19	1,02	0,15	8,08	228,51	95
2	33,62	19	1,02	0,15	9,58	350,90	130
1	42,4	19	1,27	0,18	11,04	448,66	150
1/0	53,49	19	1,27	0,18	12,05	560,77	170
2/0	67,44	19	1,27	0,18	13,17	697,21	195
3/0	85,02	19	1,27	0,18	14,43	868,29	225
4/0	107,2	19	1,27	0,18	15,85	1083,04	260
FORMACIÓN CABLEADO CONCÉNTRICO							
250	126,7	37	1,52	0,2	18,06	1289,56	290
300	152	37	1,52	0,2	19,44	1533,75	320
350	177	37	1,52	0,2	20,74	1774,71	350
400	203	37	1,52	0,2	21,93	2023,85	380

Figura 29 Tabla de calibre de conductores eléctricos
Fuente: (Electro cables, 2018)

2.11. Pulsadores

Son dispositivos pequeños muy importantes en la parte industrial debido a que permiten o impiden el paso de la corriente eléctrica cuando el usuario requiere que entre en operación solo se presiona o se pulsa controlando las señales o las operaciones requeridas. (Arellano Juan, 2011)



Figura 30 Pulsadores eléctricos

Fuente: (Siemens, 2023)

2.12. Selectores

Es un conmutador que tiene dos o más posiciones, y se mantienen fijas. Permite realizar diferentes órdenes en un sistema de control, desviando o interrumpiendo la corriente según la posición de su eje central cambiando los estados eléctricos. (Arellano Juan, 2011)



Figura 31 Selector.

Fuente: (Siemens, 2023)

2.13. Estructura 3SR - TAT – OTS

Referencia	Unidad	Descripción	Cantidad
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2400 mm (2 61/64 x 261/64 x 1/4")	2
2	c/u	Pie de amigo de acero, perfil "L" de 38x38x6x700mm	4
3	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
6	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1, 15 KV	9
7	c/u	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de Al, 6 - 4/0 Conductor ACSR	3
8	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	3
9	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. X 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1

Tabla 1 Estructura 3SR

Fuente: (Ministerio de electricidad, 2022)

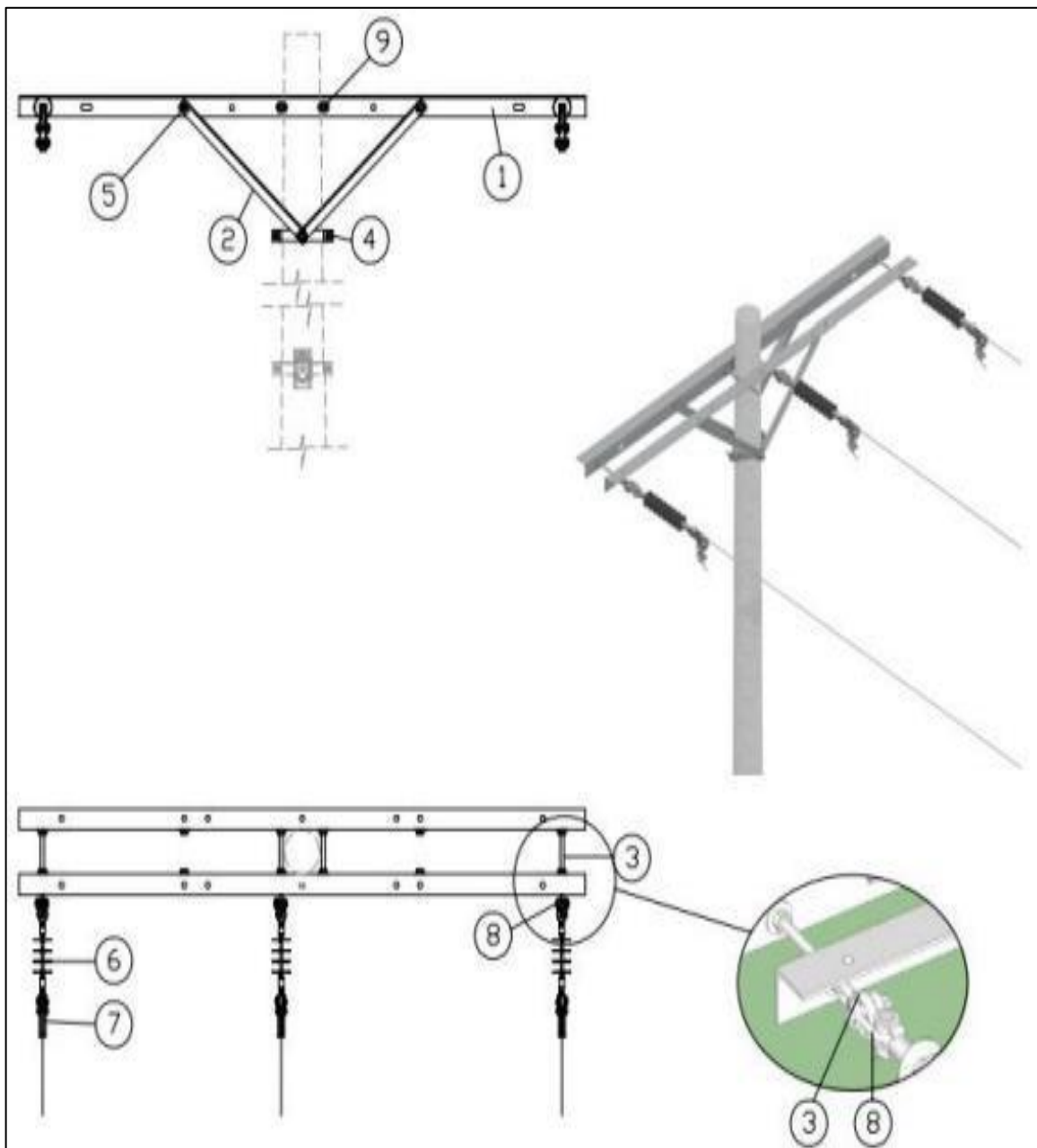


Figura 32 . Estructura 3SR - TAT - OTS

Fuente: (Ministerio de electricidad, 2022)

Referencia	Unidad	Descripción	Cantidad
1	m	Cable conductor de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	14
2	c/u	Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8"	3
3	c/u	Guardacabo de acero galvanizado, para cable de acero 9, 51 mm (3/8"	1
4	c/u	Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71"	1
5	c/u	Bloque de hormigón para anclaje, con agujero de 20 mm	1
6	c/u	Aislador de retenida, porcelana, ANSI 54-2	1

Tabla 2 Estructura TAT + OTS

Fuente: (CNEL, 2022)

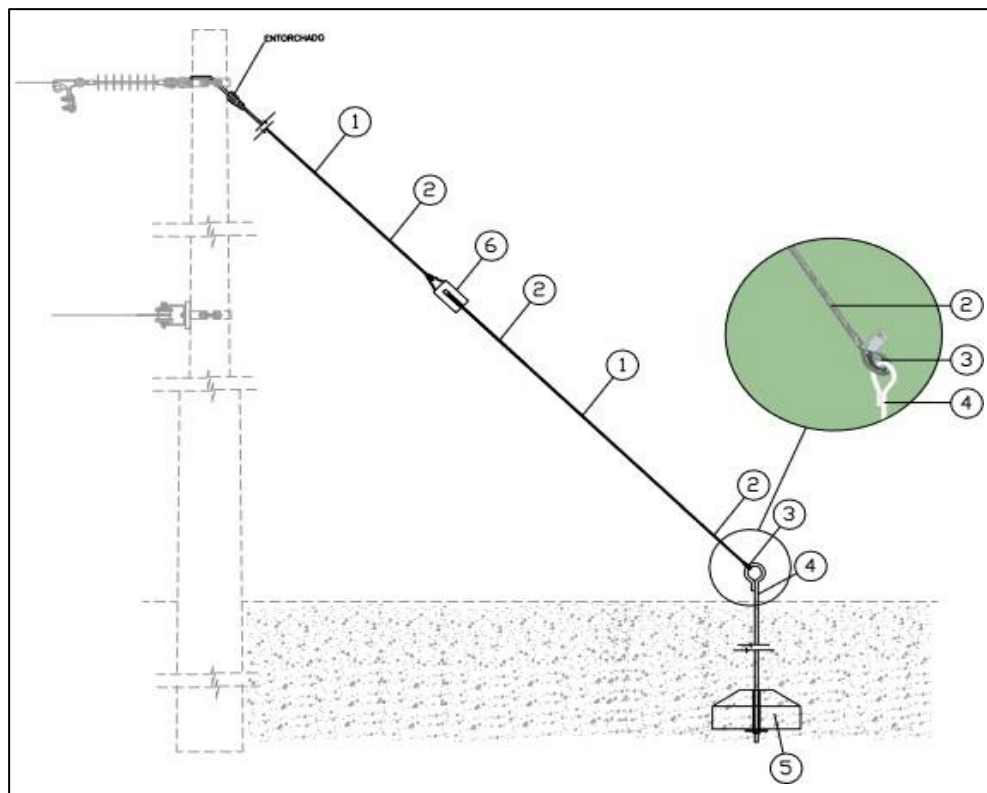


Figura 33 Estructura TAT + OTS

Fuente: (CNEL, 2022)

Capítulo 3: Estudio realizado para propuesta de cambio de matriz energética

3.1. Diagrama unifilar del circuito de potencia

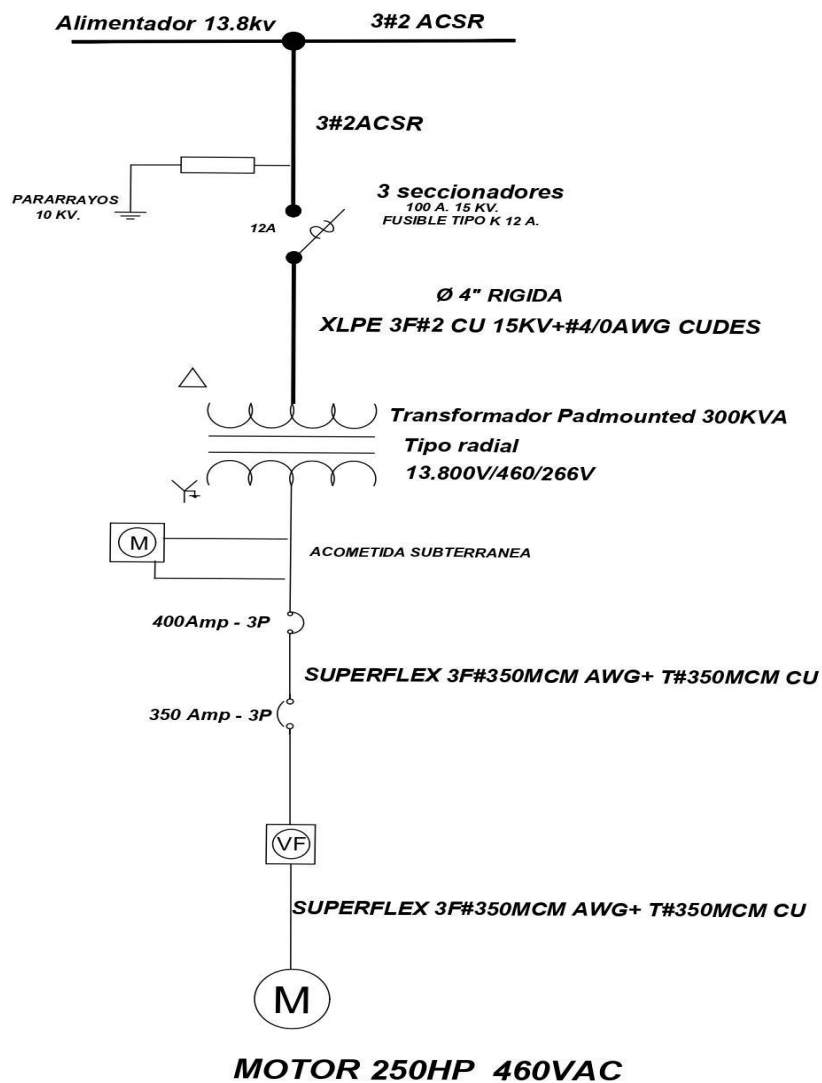


Figura 34 Diagrama unifilar de potencia

Elaborado por: El Autor.

3.2. Cálculos realizados para el estudio

- **2 motores a diésel de 89 Kw a Hp:**

$$hp = \frac{178,8KW}{746} = 238.6 \text{ Hp}$$

Entonces el motor eléctrico que se requiere instalar a las necesidades y se encuentra en el mercado es de 250 Hp.

- **Calculo de carga del transformador para un motor de 250 Hp o 186.5 Kw:**

La demanda máxima activa del motor es 186.5 KW y su factor de potencia de 0.8:

$$P. \text{ Aparente}(S) = \frac{P. \text{ activa } (W)}{\cos(\theta)} = \text{KVA}$$

$$S = \frac{186,5KW}{0,87} = 214.3 \text{ KVA}$$

$$\text{Factor de reserva} = 214.3 \text{ KVA} \times 1,25 = 268 \text{ KVA}$$

Entonces el transformador que se requiere instalar a nuestras necesidades y se cuenta en el mercado es de 300KVA tipo PadMounted y malla.

- **Protección del transformador**

$$I = \frac{P. \text{ activa } (W)}{\sqrt{3} \times \text{voltaje} \times \cos(\theta)} = (\text{A})$$

$$I = \frac{186,500 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 13,8 \text{ KV} \times 0,87} = 269 \text{ Amp}$$

$$I = 269 \text{ A} \times 1,25 = 336.25 \text{ Amp}$$

La protección tira fusible tipo k que se requiere instalar y se encuentra en

el mercado son de 12Amp.

- **Calculo para las protecciones y los conductores del circuito**

$$I. \text{ motor} = \frac{P. \text{ activa } (W)}{\sqrt{3} \times \text{ voltaje} \times \cos(\theta)} = (A)$$

$$I. \text{ motor} = \frac{186,500 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 460V \times 0,87} = 269 \text{ Amp}$$

sin embargo, en la placa de datos del motor es de 281 Amp.

$$I. \text{ motor} = 281 \text{ A} \times 1,25 = 351.25 \text{ Amp}$$

Los dimensionamientos calculados para los conductores de baja tensión son:

- ✓ SUPERFLEX 3F#350MCM + 1#350TCU
- ✓ 1 disyuntor diferencial 350 AMP
- ✓ un fusible ultra rápido NH2 350 Amp.

- **Caída de tensión**

- ✓ ρ = sección transversal
- ✓ L= Longitud
- ✓ I = Corriente
- ✓ V=Voltaje

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I}{\Delta V} =$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 0.021 \times 15 \times 281}{177} = 0.86V$$

La caída de tensión solo representa el 0.18 % de los 460.

3.3. Descripción general del Proyecto: Evaluación de proyecto de modernización

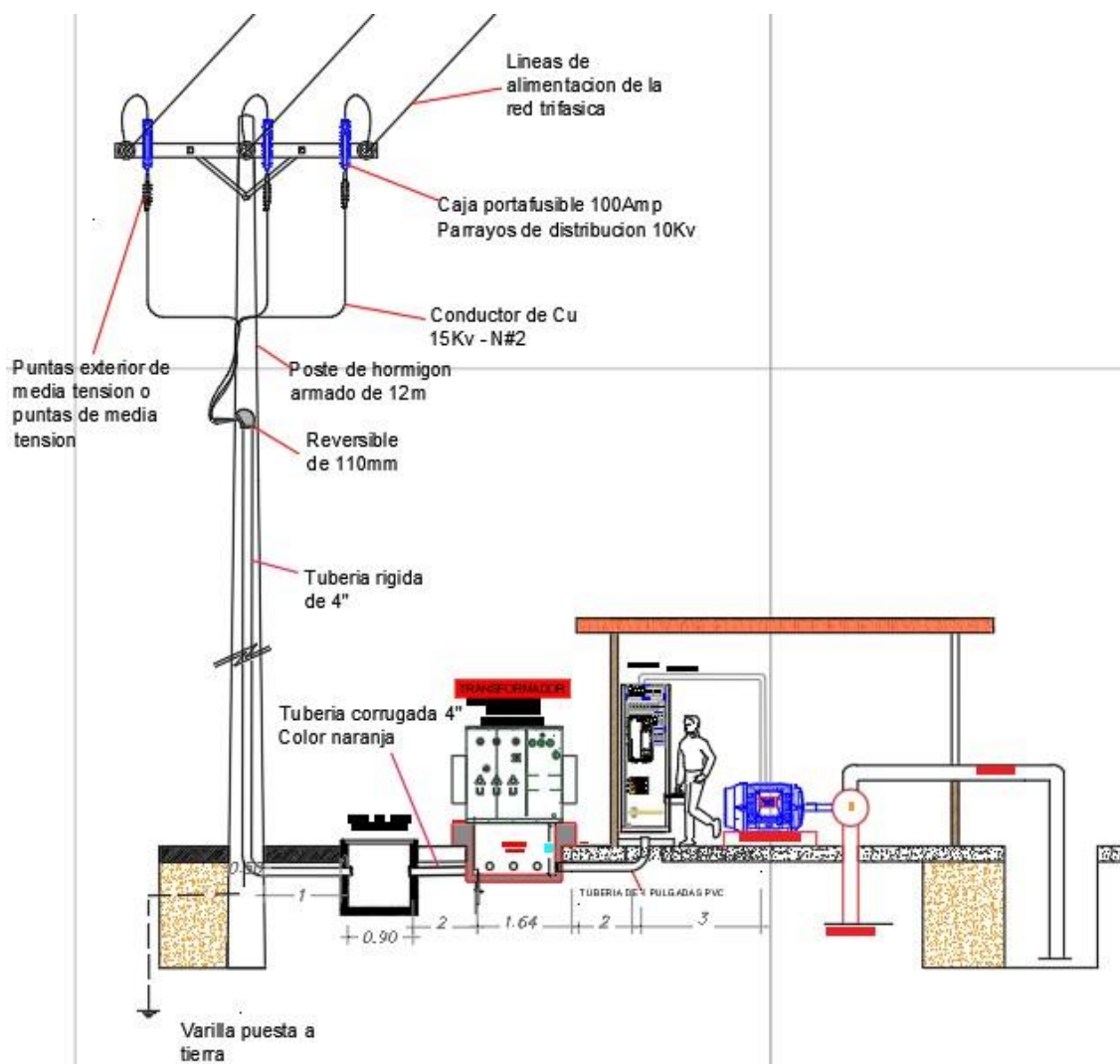


Figura 35 Proyección en 2D del estudio del proyecto.

Elaborado por: El Autor.

El siguiente trabajo de investigación se basó en un estudio para realizar un cambio de dos motores a diésel a un motor eléctrico trifásico. La camaronera tiene una extensión de 30.35 hectáreas divididas en: 25.20 hectáreas cuadradas de espejo de agua y 5.15 hectáreas cuadradas de muro de tierra. En donde su principal fuente de abastecimiento para alimentar a un reservorio que esta a su vez se reparte a 5 piscinas de engorde y 1 pre criadero de larva,

proviene del canal principal que recorre por toda el área del sector, por eso se realizó un estudio de la carga eléctrica demandada. Los dos motores que posee la camaronera trabajan con una potencia de 89 KW, la sumatoria de estas potencias es igual 178 KW. Al hacer los cálculos correspondientes se determinó que se tiene que instalar un motor de 250 hp que equivale a una potencia activa de 186.5 KW más un transformador de 300 KVA.

La finca camaronera se encuentra ubicada en la Provincia de Guayas, a cinco minutos del Cantón Balao. El motor eléctrico de 250 Hp estará ubicado en las coordenadas:

X	Y
630.917,59	-9.675.786,214

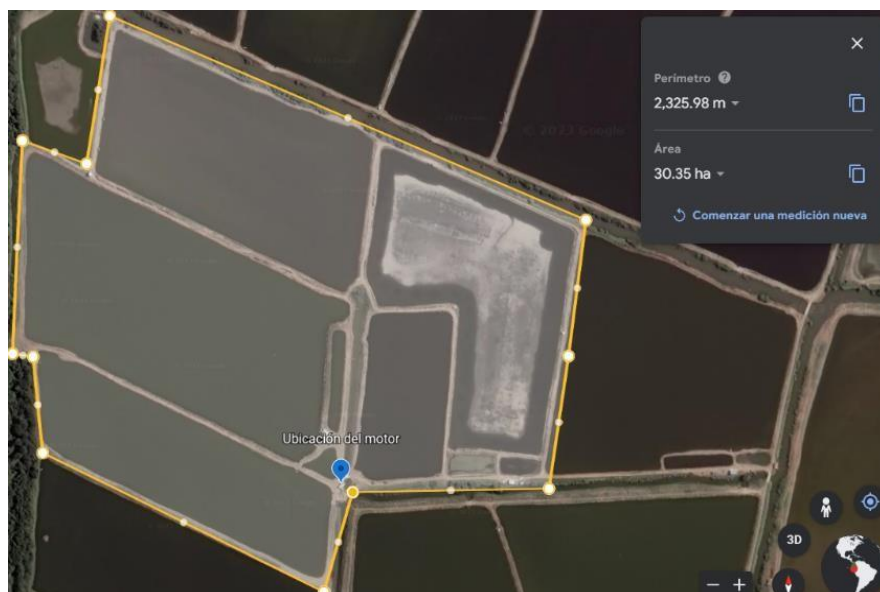


Figura 36 Imagen satelital.

Elaborada por: El Autor

La carga eléctrica que demanda el circuito eléctrico de potencia será suministrado por la Empresa CNEL El Oro a través de la red trifásica de media tensión de 13.8KV, este nace desde el alimentador S/E Balao-Tenguel en el poste N° 07152380 de hormigón armado por 500 kg en el cual se ubica una estructura 3SRT ya instalada y que se encuentra en óptimas condiciones para seguir brindando servicio eléctrico, de aquí partiremos con dos nuevas estructura: la primera es 3CR y la segunda es 3SRT + TAT - OTS, donde se utiliza los conductores 3F(#2ACSR) recorriendo una distancia de 80 metros.

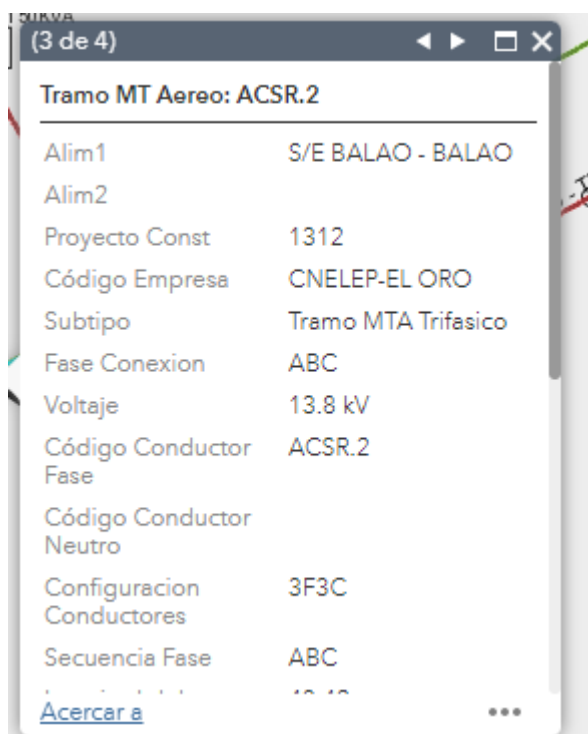


Figura 37 Información del poste instalado.

Elaborador por: El Autor

Desde aquí se energiza el transformador tipo Pad Mounted trifásico de 300 KVA que dará servicio eléctrico a todo el circuito, el equipo estará ubicado e instalado dentro de los predios del proyecto.

Según lo expuesto se adjunta el cálculo de carga generalizado:

RESUMEN GENERAL DEL SISTEMA DE FUERZA ELÉCTRICA		
TRANSFORMADOR 1 TRF1		
Carga instalada	186.52	[KW]
Demanda máxima activa	186.52	[KW]
Factor de potencia	0.8	
Demanda máxima aparente	233	[KVA]
Factor de coincidencia	1	
Demanda máxima activa coincidente	186.42	[KW]
Demanda máxima aparente coincidente	233	[KVA]
Factor de reserva [25%]	58.25	[KVA]
Capacidad calculada del transformador	291.25	[KVA]
POTENCIA COMERCIAL DEL TRANSFORMADOR TRF1	300.00	[KVA]

Tabla 3 Resumen general del sistema de fuerza eléctrica

Elaborador por: El Autor

3.4 Acometida en media tensión

Desde la red trifásica área de 13.8 Kv inicia la energización pasando por las dos nuevas estructuras 3SRT instaladas hasta terminar en los bornes primarios del transformador padmounted y están formados por tres conductores #2, uno para cada fase de 15KV-XLPE, más un conductor #4/0 de cobre desnudo.

XLPE 3F#2 CU 15KV + #4/0 AWG CU DESNUDO

La bajante de los conductores XLPE 15KV N°2 se realiza mediante la instalación de tres seccionadores porta fusibles, más tres cajas fusibles de 100 amperios de 15KV, con sus 3 fusibles tipo k de 12 amperios cada uno con

sus respectivos pararrayos de 10kv poliméricos en cada una de sus líneas para su respectiva protección.

Estas se encuentran conectadas con sus respectivas grapas y estribos, y la parte posterior están unas puntas terminales exterior 3M 15KV unidas a los conductores. Como la transición es de aérea a subterránea y comienza desde un poste estas pasaran dentro de una tubería rígida de 4" más un reversible de 110mm desde una altura de 6 metros con respecto al poste para evitar daños del exterior y evitar la entrada de agua de las lluvias, además se construye al pie del poste una caja de paso con las siguientes dimensiones 90x90x90 centímetros hecha de hormigón con varillas de hierro negro 3/8" espaciadas entre 15 centímetros en un ángulo recto de 90°, para continuar su recorrido dentro de una tubería corrugada de 4" Color naranja, que conecta con una segunda caja de paso donde se ubica el transformador, diseñada propiamente para el equipo y que donde los conductores están conectados por medio de 3 codo insert y 3 elbow conector.

La acometida estará enterrada a unos 80 centímetros para su protección mecánica, esta cumplirá con todas las normas de protección para el equipo eléctrico para la seguridad de las personas y garantizar su funcionamiento.

3.4. Subestación eléctrica

La subestación eléctrica está conformada por un transformador Pad Mounted reductor tipo radial de 300KVA que reduce el voltaje suministrado de la red trifásica de media tensión al voltaje requerido para el motor eléctrico que se instalara para su funcionamiento.

Clase	Radial
Potencia aparente	300KVA
Voltaje primario	13800KV
Voltaje de operación	460Y/266
Norma	Inen
Frecuencia	60Hz
Tap regulable	2.5%

Tabla 4 Datos del transformado Pad Mounted
Elaborador por: El Autor

Las características que presenta este equipo eléctrico son las siguientes:

- Dispositivo puesto a tierra
- Toma llenada de aceite
- Válvula de drenaje
- Toma muestra de aceite
- Soporte para bushing de parqueo
- Visor de nivel de aceite
- Válvula de sobrepresión
- Conv. tipo 2 (bayoneta + link)
- Doble Swift.

El transformador padmounted tiene que estar ubicado a 0.70 metros de distancia con la construcción, donde se encuentra montado el tablero modular y el motor eléctrico trifásico, además se posiciona sobre una base de hormigón de 30 centímetros de espesor sobre el nivel del suelo para evitar daños de la corrosión.

De lado primario se instala una tubería corrugada de 4" y para la salida del secundario se encuentra instala una tubería metálica PVC 4" que conecta hasta el tablero.

Entre los compartimientos del lado primario y las del secundario se construye una caja de paso de 80 centímetros de profundidad con los dimensionamientos del transformador. Los equipos tales como disyuntor principal, tablero de distribución, fusibles de disparo rápido y el medidor en baja tensión estan instalados y ubicados a una distancia de 2 metro del lado lateral del transformador.

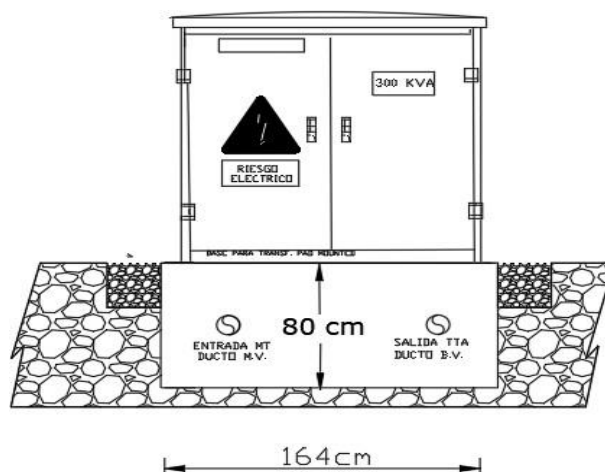


Figura 38 Transformador Paudmonted.
Elaborado por: El Autor.

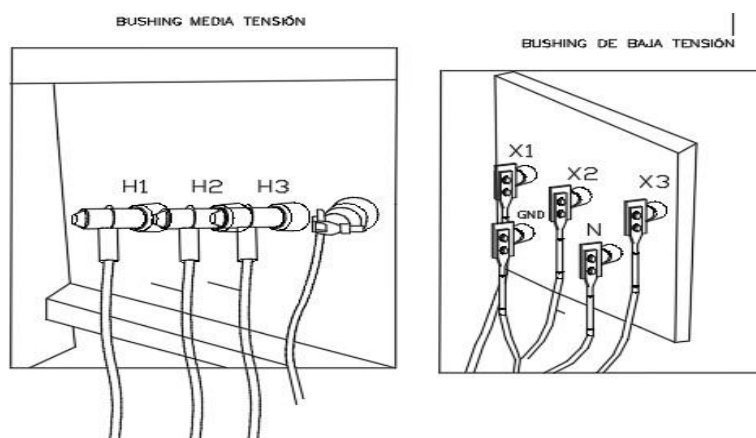


Figura 39 Bushing de media y baja tensión.

Elaborado por: El autor

3.5. Acometida en baja tensión

La acometida en baja tensión es subterránea y inicia desde la salida del lado secundario de los bornes del transformador hasta el motor eléctrico trifásico.

Desde la salida del lado secundario del transformador se utiliza un tubo PVC de 4" aprobado para su uso eléctrico, que llegará hasta el tablero modular donde se encuentra el variador de frecuencia y después continuar con una tubería EMT 4" hasta el motor.

Los conductores están formados por tres cables mono conductores con aislamiento tipo superflex que son aptos para circuitos de alimentación y distribución para bajas tensiones en instalaciones industriales, también son resistentes a la exposición de la intemperie del medio como es al aire libre o subterráneo, ambientes secos, húmedos e incluso sumergidos en agua:

SUPERFLEX 3F#350MCM AWG+ T#350MCM CU

En el recorrido de los conductores desde la salida de los bornes del transformador se instala el disyuntor principal:

- Disyuntor diferencial: 350 Amperios - 3 polos

Y a continuación del disyuntor principal se instala un fusible de disparo rápido que se instala en el tablero modular antes que conecte con el variador de frecuencia:

- Fusible NH-2 350 Amp. Sitor-siemens
- Seccionador fusible NH2 400Amp. Siemens.

3.6. Tablero de distribución

Para la instalación del tablero eléctrico es necesario realizar el estudio de las condiciones ambientales en donde se lo va a instalar para así poder seleccionar la calidad y la marca del diseño. El sector posee un elevado nivel de corrosión producto de su salinidad y elevadas temperaturas. Los dimensionamientos del tablero con todos los equipos de control y fuerza serán de 1800 mm x 410 mm x 110 mm con una masa metálica tipo pesado de 1.25 mm que soporte las condiciones ambientales.

Aquí se montan los equipos como el variador de frecuencia, los pulsadores y el potenciómetro que controlarán al motor eléctrico con sus respectivas señalizaciones marcha hacia adelante, atrás y paro. También están montados los fusibles NH2, seccionadora porta fusible y el disyuntor. Se utilizará el calibre de cable SUPERFLEX 3F#250MCM AWG, diseñado con las normas IEC 61439-1 (seguridad de cajas en baja tensión).

Los equipos eléctricos deben estar instalados en canales ranurados, y los cables ordenados en los regletearos correspondientes. También contará con un ventilador extractor de aire para disipar el calor que se genera dentro del tablero, evitando el funcionamiento incorrecto de los dispositivos eléctricos.

3.7. Variador de frecuencia ATV630C16N4 variador de frecuencia 250hp 400/480V trifásico

El variador de frecuencia a utilizar es de la marca Schneider electric y se instala uno con la misma capacidad que el motor de 250 Hp con rango de operación comprendidos entre 460 a 480 Vac, su instalación es con el fin de evitar picos de arranque, tener una menor fuerza de torque y poder arrancar el motor de manera segura.

Este equipo eléctrico tiene que estar montado e instalado en el tablero modular con su respectiva protección y automatización.



Figura 40 variador de frecuencia ATV630N16C4.

Fuente: (Schneider electric,2020)

La energización será a través de las tres líneas de alimentación que trabajan a 460V que salen del transformador y que conectan con la entrada de potencia del variador de frecuencia, designadas por la letra L1, L2 Y L3. Estas saldrán a través de los tres bornes secundarios U, V y W que alimentan al motor eléctrico y tendrá que ser aterrizado a tierra antes de su encendido.

Características	Variador de frecuencia
Peso	82 Kg (181 libras)
Ancho	320 milímetros
Alto	852 milímetros
Profundidad	390 milímetros
Frecuencia de alimentación	50 - 60 Hz
Corriente máxima	325 Amperios

Tabla 5 Características de variadores de frecuencia

Elaborador por: El Autor

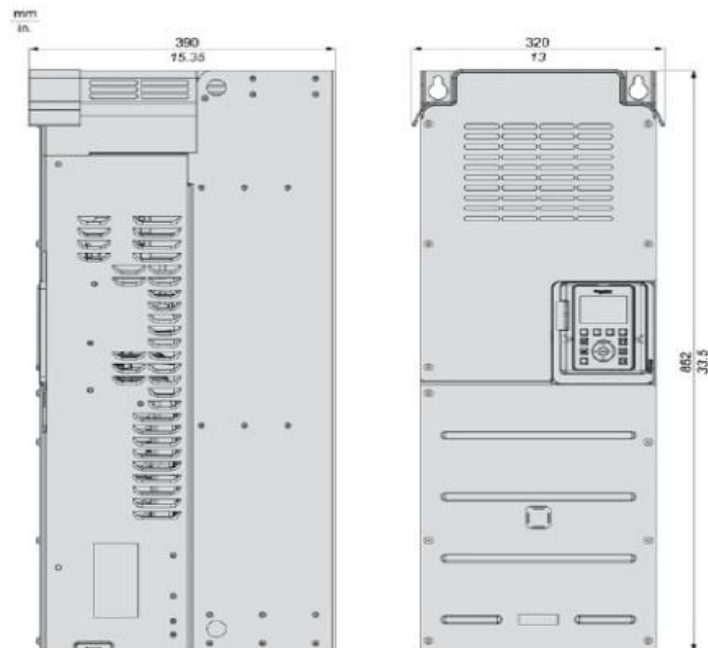


Figura 41 Dimensionamiento del variador.

Autor: (Schneider electric, 2020)

3.7.1. Conexión de las entradas de potencia

- 1) Desenroscar los 6 tornillos que sujetan la tapa inferior (abajo) delantera y posteriormente retire la tapa de las bornes, después realizar la conexión de las líneas de alimentación:

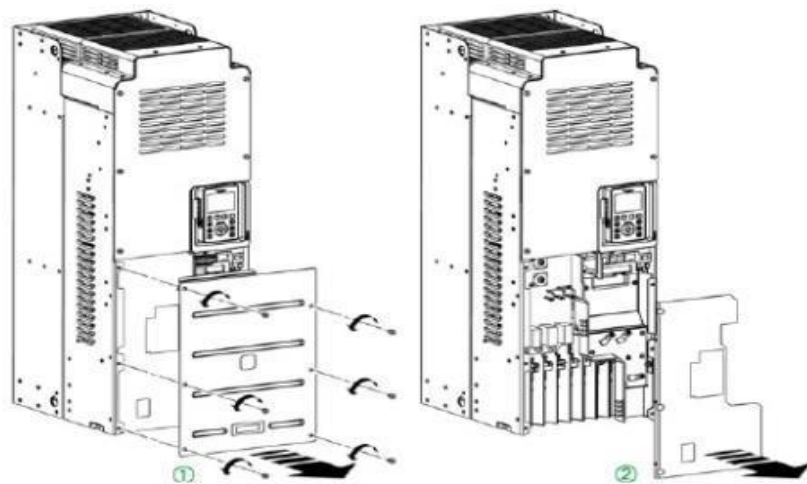


Figura 42 Retirada de la carcasa de las entradas de potencia.

Fuente: (Schneider Electric, 2020)

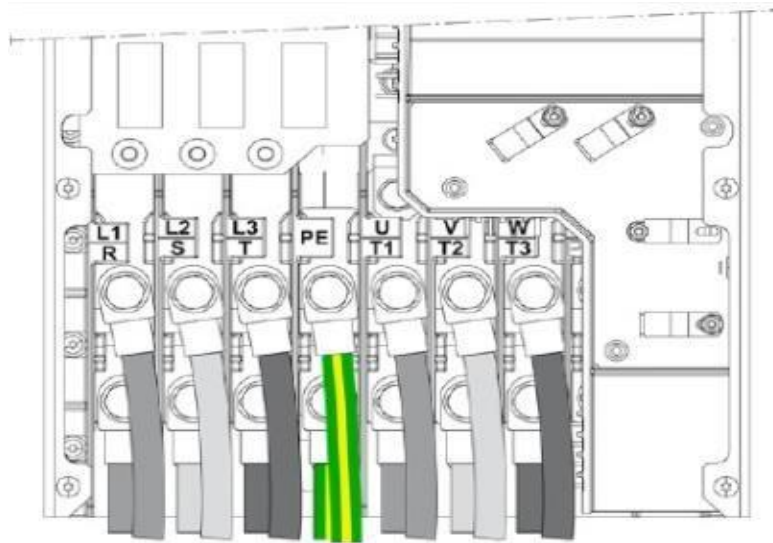


Figura 43 Conexión de las entradas de potencia

Fuente: (Schneider Electric, 2020)

3.7.2. Descripción del terminal gráfico

- 1 STOP / RESET: Orden de parada/aplicar un borrado de fallos.
- 2 LOCAL / REMOTE: configurar el variador a control local y control remoto.
- 3 ESC: tecla que se utiliza para abandonar un parámetro/menú o para borrar el valor actualmente visualizado con el fin de recuperar el valor anterior retenido en la memoria
- 4 F1 a F4: teclas para acceder al código QR, al identificador, submenús y a la vista rápida. Si se pulsa a la vez F1 y F4 se crea un archivo de captura en la memoria interna del terminal gráfico.
- 5 Pantalla gráfica.
- 6 inicio: tecla para acceder a la página de inicio.
- 7 información: Opción para acceder a más información de los parámetros, submenús y menús. El código de menú o el parámetro parámetros seleccionados se visualizan en la primera línea de la página de información.

- 8 RUN: ejecuta la operación o función siempre que haya sido configurada.
- 9 Rueda táctil / Aceptar: Se accede al menú/parámetro y sirve para guarda el valor actual. La rueda táctil se utiliza para desplazar de manera rápida por los menús. Las flechas arriba/abajo son para seleccionar opciones, y las flechas derecha/izquierda se utilizan para manipular o seleccionar dígitos al ajustar un valor numérico de un parámetro.
- 10 Puerto serie RJ45 Modbus: utilizado para enlazar el terminal gráfico al control remoto del variador frecuencia.
- 11 Puerto Mini USB: utilizado para enlazar el terminal gráfico a un ordenador.
- 12 Batería (10 años de vida útil. Tipo: CR2032). El polo positivo de la batería apunta hacia la cara frontal del Terminal gráfico.



Figura 44 Descripción del terminal gráfico.

Fuente: (Schneider electric, 2019)

3.7.3. Habilitar la entradas analógicas y digitales.

Para que las entradas digitales y analógicas queden activadas y entren en funcionamiento es necesario habilitar el conmutador que se posiciona en la parte inferior de los bornes del control del variador de frecuencia siguiendo el procedimiento:

Paso	Acción
1	Desenrosque los tornillos (D) de la arandela de los cables (E) si es necesario
2	Inserte en las perforaciones (A) y (B) los cables opcionales, como los módulos del bus de campo.
3	Inserte el cable en la perforación (C), incluidos los de las siguientes bornas: <ul style="list-style-type: none">● P24● 0 V● DI1 a DI6● 24 V
4	Inserte el cable en la perforación (D), incluidos los de las siguientes bornas: <ul style="list-style-type: none">● $\overline{\text{STOA}}$, $\overline{\text{STOB}}$● 24 V● COM● AO1, AO2● 10 V● AI1 a AI3

Figura 45 Instrucciones para control remoto.

Fuente: (Schneider Electric, 2019)

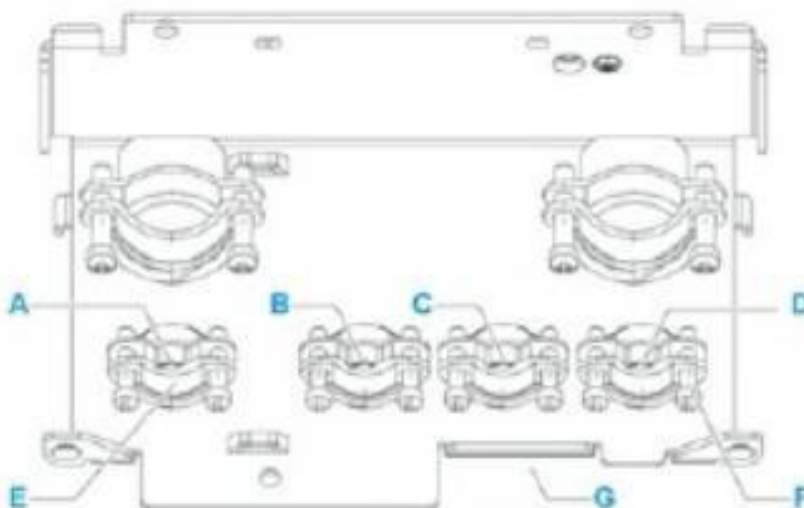


Figura 46 Bornes de control remoto

Fuente: (Schneider electric, 2022)

3.7.4. Conexión del diagrama de cableado del bloque de control

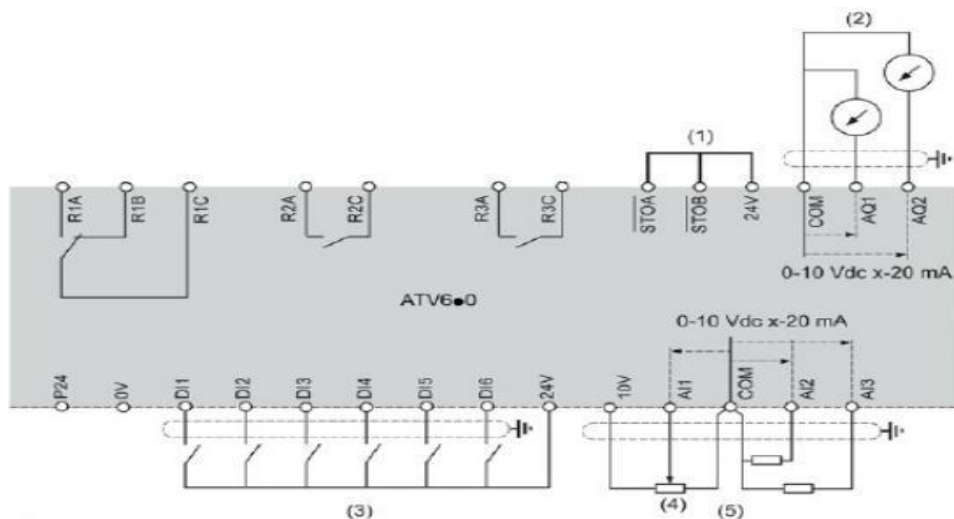


Figura 47 Diagrama de bloque de control

Fuente: (Schneider electric, 2020)

1. Par seguro desactivado STO
2. Salida analógica
3. Entrada digital
4. Potenciómetro de referencia
5. Entrada analógica

3.7.4.1. Conexión 3 hilos

Para realizar la conexión tres hilos. Los pulsadores tienen que estar conectados a su fuente correspondiente de 24V y a sus entradas digitales.

Este tipo de conexión de 3 hilos ofrece 3 comandos de pulsos: el primer pulso es de paro DI1, el segundo pulso es de marcha adelante DI2, y el tercer pulso es de marcha atrás DI3.

Están son las ordenes de control remoto que operara el variador. Además, se conecta a la entrada digital de paro STOA un cuarto pulsador.

- DI1 Parada
- DI2 Marcha Adelante
- DI3 March. Atrás

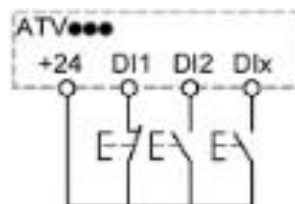


Figura 48 Diagrama tres hilos.
Fuente: Schneider electric, 2020)

Para controlar la frecuencia del motor, es decir la velocidad que se necesite, se debe que conectar un potenciómetro a unas de sus entradas analógica $F r I$ que tiene conexión a su fuente de 10 V, entrada analógica AI1 R , I y su tierra.

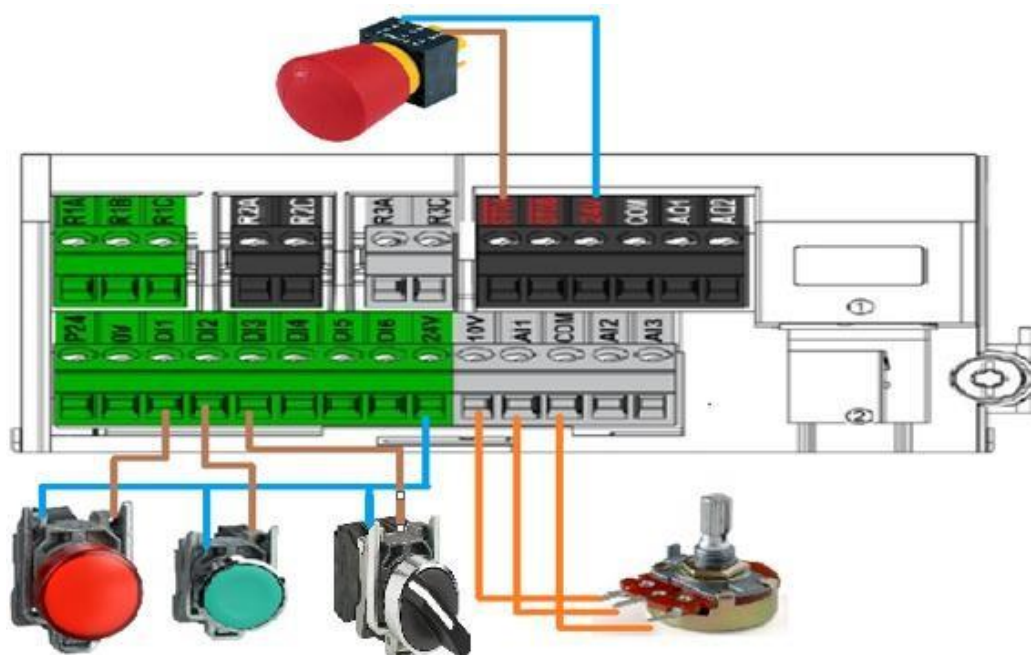



Figura 49 Conexión de control de entradas digitales y analógicas en el variador de frecuencia.

Fuente: Schneider Electric, 2019 - Adaptado por el Autor

Se puede activar este control de dos maneras:

- 1) Desde [parámetros del motor] *MPA*, después a la opción [control 2/3 hilos] y por ultimo a la opción [Control 3 hilos] *3C*.
- 2) Pulsando directamente desde el terminal grafico en  y después ingresando el código de [Control 3 hilos] *3C*.

3.7.5. Parametrización del variador de frecuencia

Es posible acceder a los parámetros del motor y configurarlo, solo introduciendo el código del motor o por el nombre del parámetro que se encuentran disponibles en el manual de programación. Para parametrizar el motor primero se tiene que introducir los datos de la placa del motor en el variador:

Nombre del parámetro	Código	Ajuste
[parámetro del motor]	<i>MPA</i>	Parámetro del motor
Frecuencia nominal del motor [modo estándar].	<i>bFr</i>	60 Hz Nema.
[Pot. Motor non.]	<i>nPr</i>	250Hp
[Ten. Motor non.]	<i>un5</i>	460 V
[Corr. Motor nom.]	<i>nCr</i>	281 Amp.
[Frec. Motor nom.]	<i>Fr5</i>	60 Hz
[Vel. Motor nom.] rpm	<i>n5P</i>	1800 rpm

[Cont. 2/3 hilos.]	<i>3C</i>	control 3 hilos
[Corr. nivel motor]	<i>LEH</i>	5 segundos
[rampa deceleración]	<i>DEC</i>	5 segundos
[velocidad mínima]	<i>LSP</i>	0 Hz
[velocidad máxima]	<i>HSP</i>	60 Hz

Tabla 6 Parametrización del variador de frecuencia

Elaborador por: El Autor

3.7.6. Protecciones que presenta el variador de frecuencia ATV630C16N4

- Sobretensiones en bus CC en variador de frecuencia.
- Sobretensión en la línea de alimentación en variador de frecuencia.
- Pérdida de fase de suministro de línea en variador de frecuencia.
- Exceso de velocidad en variador de frecuencia.
- Interruptor en circuito control en variador de frecuencia.
- Protección térmica para el motor eléctrico.
- Par de torque seguro para el motor eléctrico.
- Interruptor de línea o fase en motor eléctrico.
- Protección térmica para el variador de frecuencia.
- Par de torsión seguro en variador de frecuencia.
- Sobrecalentamiento en variador de frecuencia.
- Sobre corriente entre las fases de salida y tierra en variador de frecuencia.
- Tensión de salida de sobrecarga en variador de frecuencia.

- Protección contra cortocircuitos en variador de frecuencia.
- Interruptor de fase en variador de frecuencia.

3.8. Sistema de medición

La medición se realiza en baja tensión de forma indirecta con un medidor Electrónico de forma 9S Clase 20 suministrado por la empresa eléctrica, instalado con su respectiva base socket de 13 terminales y con sus tres transformadores de corriente o intensidad en baja tensión suministrado que proporcionará el usuario. Tiene que ser ubicada y perfectamente nivelada tanto vertical y horizontalmente para que el medidor registre el consumo de energía eléctrica lo más preciso posible. La medición es en bajo voltaje debido a que es una demanda inferior a los 200 kW. El módulo de medición está construido por planchas metálicas con las dimensiones de 1/16" de espesor con pintura anticorrosiva y tendrá una abertura circular de 1 ¼" de diámetro donde se conectará y ajustará mediante tuerca y contratuerca metálica con la canalización de los conductores de señal (tubería metálica rígida de 1 ¼" de diámetro). El módulo será de 70 x 40 x 25 cm de alto, ancho y profundidad. Este contendrá al medidor y a la base socket y tiene que ser instalado en un lugar de fácil, y libre acceso lo más cerca posible al punto de distribución y colocado a una altura de 1.6 metros sobre el nivel del suelo.

3.9. Disyuntor principal

El disyuntor principal tiene la capacidad de operación de 250 - 630 Amp y tiene que estar montado en el tablero modular. Esta encargada de proteger de fallos que se detecten como cortocircuito y sobrecargas. Estará ajustado a 310 Amp. En otras palabras, interrumpirá el sistema en caso de emergencia.



Figura 50 Disyuntor siemens trifásico.

Fuente: (Siemens, 2020)

3.10. Motor eléctrico 3F simotic siemens

Es un motor de baja tensión con alta eficiencia energética con los más altos estándares de calidad:

Fuerza	250 HP
Rpm	1800
Armazón	449T
Corriente en vacío	78 Amp
Corriente en carga	281Amp
Eficiencia nominal a plena carga	98.2 %
Factor de potencia	0.87
Voltaje	270/460V
Frecuencia	60 HZ

Tabla 7 Característica del motor. Elaborador por: El autor



Figura 51 Motor Simotic siemens.

Fuente: (Siemens, 2021)

3.11. Sistema puesto a tierra

Los sistemas puesta a tierra se realiza con electrodos de cobre con dimensiones de 5/8" de diámetro y 1.8 metros de longitud. Todos los equipos eléctricos, cubiertas, estructuras metálicas, canaletas eléctricas, el neutro del transformador, pararrayos y el sistema eléctrico en general tendrá conexión directa con tierra para su protección.

La puesta a tierra del transformador es mediante un sistema de malla que consiste en 5 electrodos enterrados a una profundidad de 1.50 metros unidos con un conductor de cobre desnudo #4 AWG y estará ubicado en la base del mismo.

La puesta tierra del tablero de distribución y del motor eléctrico se realiza mediante dos electrodos enterrados a tierras a una profundidad de 1.50 metros y unidos con un conductor de cobre desnudo #4 AWG.

Para la unión se utiliza la soldadura de tipo Cadweld que facilita la mejora de conexión entre los electrodos y el conductor, se utilizará un molde para soldar el conductor al electrodo con la forma deseada de conexión (GT – TA). El tipo GT conecta el conductor de cobre a la Varilla Copperweld y la del tipo TA hace la conexión entre los conductores de la malla.

3.12. Cotización

Equipos electricos	Precio unitario	Unidad Cantidad	Cantidad Metros	Precio total
Tuberia rigida 4"	114,23	1		114,23
Codo Rigido 110mm 4 "	74,78	1		74,78
Reversible	66,34	1		66,34
Punta Terminal Exterior	92,93	3		278,79
Fusible media tension 12 AMP	2,5	3		7,5
Seccionador 100 AMP - 15 KV	88,92	3		266,76
Parrarayo 15 KV	49,5	3		148.5

Conductor XLPE 3F#2 CU 15KV	8,9		54	480.6
Transformador Padmounted	13252,15	1		13252,15
Tubería corrugada de 4"	10,5		6	63
Tubería metálica PVC 4"	12		5	60
Insert code	65		3	195
Terminales de compresión	100	1		100
Elbow conector	55		3	165
Super flex 3F#350MCM AWG	23,32		30	969.6
Disyuntor diferencial de 3 polos 250-630 Amp	1001,54		1	1001,54
Tablero modular	1211		1	1211
Seccionadora portafusible NH2	189,25	1		189,25
Fusible NH2 3P	198,36	1		198,36
Variador de frecuencia	7713,25	1		7713,25
Potenciómetro 10k-10Vueltas	105	1		105
Selector	12	1		12
Pulsadores	25	3		75
Afiches de Señalización	49	1		49
Extractor de tablero	225	1		225
Ventilador de tablero	320	1		320
Cartucho suelda Exotermica	9,65	3		28,95
Tubería EMT 4 "	5		5	25
Codos EMT 4 "	18,15	1		18,15
Tranformador de corriente	101.20	3		303.60
Tablero de medición	57.20			57.20
Tubería metálica rígida 1 ¼"	11.05		7	77.35
Conductor #18 AWG	4.5		30	135
Cable de Comunicación	40,25	1		40,25
#4/0 AWG CU Desnudo	11,75		25	293.75
Varilla de cobre 1.80 Mtrs	7,8	4		31.2
Motor eléctrico siemens 250hp	9359,32	1		9359,32
Estructuca Trifásica 3SRT y 3CR	344,32	2		688,64
Estructura tensor - TAT-OTS	94,32	1		94.32
Poste de hormigon 12X500 KG	280	2		560
Conductor ACSR # 2	1,1		246	270.6
Mano de obra				4000
total				\$ 40,498.26

Tabla 8 Detalle de cotización.
Elaborado por: Autor

3.13. Comparación de consumo

Consumo de dos motores diésel en un lapso de 300 horas:

	HORAS MENSUAL	CONSUMO DIESEL (Galones)	PRECIO ACTUAL	CONSUMO TOTAL
DOS MOTRES A DIESEL	300	3180	\$ 1,75	\$ 5,565.00

Tabla 9 Comparativo de consumo

Elaborador por: El Autor

Además, se tiene que considerar el pago de otros servicios que se debe tener en los motores a diésel por un total de usd \$750.00.

- Transporte de combustible
- Pago mensual del bombero
- Aceite y lubricante
- Filtros
- Mantenimiento
- Baterías y cambio de bandas

Consumo mensual: \$5,560 + \$750 = \$ 6,310.00

Consumo de un motor eléctrico en un lapso de 300 horas:

	HORAS TRABAJADAS	CONSUMO KW (186,5KW)	PRECIO ACTUAL	CONSUMO TOTAL
MOTOR ELECTRICO	300	55800	\$ 0,07	\$ 3,906

Tabla 10 Análisis de consumo en 300 horas

Elaborador por: El Autor

Ahorro total en 300 horas de trabajo es usd \$2,404.00.

Capítulo 4.

4.1. Conclusiones

- Con la propuesta del cambio de la matriz energética esta representa para el inversionista un ahorro de 30.08 % en pago de combustible en 300 horas, ya que el estado permite acceder al subsidio para sector el acuícola donde el KW/h equivale a 0.07 ctv.
- La inversión que representara la implementación de este proyecto tiene un valor muy significativo por un presupuesto de usd \$40498.26, pero analizando el ahorro de pago en 300 horas trabajadas en el mes, la inversión se recupera en 16.84 meses.
- Se necesita una amplia lista de dispositivos eléctricos de potencia, de control y un amplio conocimiento en programación de variadores de frecuencia debido ya que una mala parametrización puede producir daños en el sistema y dejarlo inhabilitado.
- El variador de frecuencia tiene la opción de mando de control remoto, es decir permite que no sea manipulado directamente por personal no capacitado, si no que sea operado a través de pulsadores y un potenciómetro ubicados en el tablero modular, evitando que existan accidentes o daños en el sistema eléctrico y del usuario.
- Menor costo en el mantenimiento del motor eléctrico gracias a que el variador de frecuencia, regula la fuerza de torque haciendo que el motor no tenga un esfuerzo mayor a lo requerido, así evitando un mayor consumo de corriente al arrancar (pico de corriente) alargando la vida útil del motor.

4.2. Recomendaciones.

- Se recomienda que el mantenimiento de los equipos eléctricos tiene que hacerlo solo personal autorizado y altamente capacitado para evitar daños en el sistema.
- Es importante realizar bien los dimensionamientos de montaje para cada uno de cada de los equipos eléctricos, como son los transformadores, calibre de conductor y de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Se recomienda leer todo el manual de instalación y el manual de programación para el montaje y parametrización del variador de frecuencia.
- Realizar mantenimiento preventivo para tener el sistema habilitado a tiempo completo y tener en cuenta que el circuito no se encuentre energizado.
- El cambio de matriz energética representa un alto ahorro y que puede ser implementado.

REFERENCIAS

- Alberto Luis*, (2019). tablero electricos. Obtenido de https://editores.com.ar/sites/default/files/ie341_farina_tableros.pdf4
- Alanva Emersion*, (2021). Influencia del sistema de protección tipo bayoneta en la red primaria del alimentador. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10044/1/IV_FIN_109_TE_Alanya_Calixto_2021.pdf
- Anhung*, (2018). Anhung. Obtenido de <http://www.ahelek.net/transformer-components/fuse/bayonet-fuse-holder.html>
- Alvarez Julio*. (2011). Transformadores. Obtenido de http://www3.fi.mdp.edu.ar/dtoelectrica/files/electrotecnia/e_im_8_circuitos_trifasicos.pdf
- Arana Xavier* (2017). Variadores de frecuencia para el control de velocidad de motores asíncronos jaula de ardilla. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12956/1/T-UCE-0010-002-2017.pdf>
- Arellano Juan*, (2011). Automatización de máquina cortada de latón para forja utilizando un plc para la fábrica. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2753/1/CD-3417.pdf>
- Barrio Pablo*. (2015). Analisis de sistemas trifásicos de transformadores conexión Y - D. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10237/1/UPS-GT001312.pdf>
- Candia Sills, R. C., Luna Meneses, I. J* (2021). *Propuesta de implementación de motores eléctricos de imanes permanentes en contrastación con motores eléctricos de inducción*. Obtenido de <https://repositorioacademico.uda.cl/bitstream/handle/20.500.12740/16335/bib%2029291.pdf?sequence=1>
- Cardenas Juan*, (2011). Manual Para La Interpretación Del Perfil De Resistividad Obtenido Al Realizar El Estudio De La Resistividad Del Suelo A Partir De Las Configuraciones Del Método De Wenner. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71396686.pdf>
- Castillo Anderson, Perez Jharol*, (2017). Análisis y evolución de los variadores de velocidad para motores de corriente alterna en la industria. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1968/Informe%20de%20seminario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Centelsa*, (2017). Manual de electricista. Obtenido de <https://www.centelsa.com/archivos/Manual-del-electrico-2017-ok.pdf>
- Ciencia e ingeniera*, (2017). Calidad de la energía eléctrica bajo la perspectiva de los sistemas de puesta a tierra. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5075/507555007009/507555007009.pdf>
- CNEL. (2018). Estructuras . Obtenido de <file:///C:/Users/PC/Desktop/TIC/tipos%20de%20estructuras%202.pdf>
- Didier Chan*. (2018). Sistemas electricos de potencia. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/componentes-sistema-hibrido-media-tension/componentes-sistema-hibrido-media-tension.pdf>
- Downlitgh*, (2022). Conductores eléctricos Downlitgh. Obtenido de <https://www.downlight.cl/documentos/catalogos/Catalogo%20de%20Cables.pdf>
- Electro Cables*, (2018). Electro cables. Obtenido de <https://www.electrocable.com/uploads/catficha/cata-logo-electrocables-2018.pdf4>
- Electro Castillo*, (2023). Estudio de proteccion a motores electricos. Obtenido de <http://electrocastillo.com/ferreteria/fusible-tipo-chicote/>
- Ferro Gustavo. (2016). Electrotecnia. Obtenido de http://www3.fi.mdp.edu.ar/dtoelectrica/files/electrotecnia/e_im_8_circuitos_trifasicos.pdf
- Frailes Jesus*, (2012). Maquinas electricas. Obtenido de <file:///C:/Users/PC/Downloads/Maquinas electricas 6a ed Fraile Mora Je.pdf>
- Ketplus*, (2022). tablero con variador de velocidad. Obtenido de <https://www.ketplus.com.gt/tableros-con-variador-de-velocidad>
- Llumigusin Sarzosa, A. J. (2014). Resultado de la aplicación de los transformadores Pad Mounted en el sistema de distribución de la empresa eléctrica Quito SA. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8561/3/CD-5772.pdf>
- Leo María*, (2015). Motores de corriente alterna sincrónico y corriente directa. Obtenido de <file:///C:/Users/PC/Downloads/355-806-4-PB.pdf>
- Magnetron*.n (2022). Sistemas electricos de potencia. Obtenido de http://www.magnetron.com.co/images/2018/PDF-GUIAS-TECNICAS/guia_transformador_tipo_pedestal.pdf

Ministerio de electricidad, (2021). Elemento tirafusible para media voltaje tipo k. Obtenido de <https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Secc3-EspTec/Tirafusible%20MV%20tipo%20k.pdf>

Muso Edwin, (2021). "Diseño e implementación de un módulo didáctico para el análisis y corrección del factor de potencia para el laboratorio de máquinas eléctricas de la universidad técnica de cotopaxi". Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5685/1/PI-001141.pdf>

Natsim. (2017). Cuartos de transformadores y sistema de medicion para el suministros de electricidad. Obtenido de <file:///C:/Users/PC/Desktop/TIC/NATSIM.pdf>

Paob Fernandez, L.D., & Pardo Garcia. A. (2016). "Simulacion de inversor multinivel de fuente comun como variador de frecuencia para motores de induccion. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_uitama/article/view/5636/4701

Perez Sandra. (2018). Transformadores Electricos. Obtenido de <tps://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/3543f8f6-867d-4e8d-bb72-9aa1ddf9f1db/content>

Perez Segundo, (2017). Estudio de proteccion a motores electricos. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18978/1/CD-8374.pdf>

Pesantez Adriana, (2012). Diseño y construcción de un módulo de laboratorio con variador de frecuencia para el control de un sistema de bombeo y determinación del ahorro energético. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1881/1/25T00169.pdf>

Pesantez Erazo A. A. (2016). "Diseño y construcción de un módulo de laboratorio con variador de frecuencia para el control de un sistema de bombeo y determinacion del ahorro energetico. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1881/1/25T00169.pdf>

Reyna cesar, (2017). Tipos de motor de jaula de ardilla. Obtenido de https://www.academia.edu/19674065/Motor_Jaula_de_Ardilla

Rodriguez Miguel. (2023). Electrotecnia para ingeniero no especialistas. Obtenido de <https://personales.unican.es/rodrigma/PDFs/Trif%C3%A1sica.pdf>

- Rodríguez Miguel, (2015). Aislantes y conductores utilizados en máquinas eléctricas. Obtenido de <https://personales.unican.es/rodrigma/pdfs/aislantes%20y%20conductores.pdf>
- Sanchez Rolando. (2010). Diseño y construcción de un banco de prácticas de motores eléctricos. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133923.pdf>
- Schneider Electric (2019). "Manual de programación Obtenido de file:///C:/Users/PC/Desktop/TIC/variador%20de%20frecuencia/ATV/manual%20de%20programacion.pdf
- Schneider Electric. (2020). *Manual de instalación*. Obtenido de file:///C:/Users/PC/Desktop/TIC/variador%20de%20frecuencia/ATV/ATV630_650_Installation_manual_SP_EAV64307_10.pdf
- Schneider Electric, (2012). Catálogo ATIC9. Obtenido de https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Cat_Electric_Aux_Accesory_A9XPCM04.pdf&p_Doc_Ref=Cat_IEC_61008-1
- Siemens, (2020). Siemens. Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3424fd64-1a13-4d4f-b05b-5da93a1919ce/version:1566593499/lista-de-preciosindustriaecuador.pdf>
- Siemens, (2022). Simotics siemens. Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1677053236/artepresioncatalogosimotics.pdf>
- Sinchi Freddy, (2017). Diseño y determinación de sistemas puesta a tierra mediante prueba de campos con elementos comunes utilizados en la región. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14487/5/UPS-CT007132.pdf>
- Valenzuela Jonathan. (2013). Manual de tipos de motores eléctricos, reconocimiento y aplicaciones en la industria. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6069/1/CD-4796.pdf>
- Vandelvira Andres, (2011). Motores de corriente alterna. Obtenido de http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/SAP/archivos/1eva/introduccion_motores_ca.pdf

UNLP, (2022). Motores electricos. Obtenido de <https://wordpress-test.cespi.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/32/33732/cbe4aba99c3a4eccc904dd2c666d1f03.pdf>

Weg. (2021). Guia de especificacion de motores electricos. Obtenido de <https://static2.weg.net/medias/downloadcenter/hf9/hcf/WEG-WMO-motores-electricos-guia-de-especificacion-50039910-brochure-spanish-web.pdf>



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Vega Agurto Galo Mauricio**, con C.C: # **0750496127** autor/a del trabajo de titulación: **Estudio con respecto al cambio del sistema de motores diésel, a matriz de motores eléctricos con red eléctrica como suministro energético en las camaroneras Veland S.A.S** previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **13 de febrero de 2023**

f. _____

Nombre: **Vega Agurto, Galo Mauricio**

C.C: **0750496127**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Estudio con respecto al cambio del sistema de motores diésel, a matriz de motores eléctricos con red eléctrica como suministro energético en las camaroneras Veland S.A.S		
AUTOR(ES)	Vega Agurto, Galo Mauricio		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	M. Sc. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO		
CARRERA:	CARRERA EN ELECTRICIDAD		
TITULO OBTENIDO:	INGENIERIA EN ELECTRICIDAD		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	13 de febrero de 2023	No. DE PÁGINAS:	89
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ciencias exactas, circuitos de potencias, circuitos de control, conceptos.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Variador de frecuencia, eficiencia energética, cambio de matriz energética, motor eléctrico, transformador, presupuesto de inversión.		
<p>Resumen Se realizó un estudio de un circuito eléctrico de potencia para un sistema de bombeo de una camaronera con motor eléctrico trifásico, transformador Pad Mounted, variador de frecuencia y equipos de protección contra sobre cargas y sobre tensiones. Este trabajo define conceptos básicos de cada equipo eléctrico como sus funcionamientos y elementos que los conforman en su estructura interior. El variador de frecuencia permite que el motor trabaje con lo necesario para evitar picos de corriente. El encendido del motor que se plantea se realiza desde la parte de control de mando del variador de frecuencia con tres pulsadores, que tendrán diferentes funciones el de marcha, parado y parado de emergencia. Además, se añade una entrada analógica que es un potenciómetro que permite regular la velocidad entre 0 a 60 Hertz.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 994472053	E-mail: gmva9805@gmail.com gmva_98@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ceslo Bayardo Bohórquez Escobar		
	Teléfono: +593 995147293		
	E-mail: ceslo.bohrquez@cu.ucsg.ed.ecu		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			