

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

“Diseño del sistema eléctrico de media y baja tensión para la implementación de tres líneas de producción de alimento para camarón en la fábrica PACAGRI S.A. ubicada en el cantón Durán”

AUTOR:

Coloma Piloza Sergio Ricardo

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

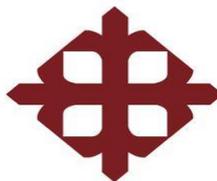
INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO

TUTOR:

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

14 de febrero del 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Coloma Piloza Sergio Ricardo**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**

TUTOR

f. _____

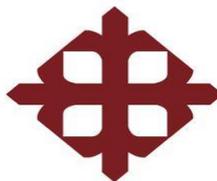
ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

ING. BAYARDO BOHORQUEZ ESCOBAR, M.Sc.

Guayaquil, 14 de febrero del 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, COLOMA PILOZO SERGIO RICARDO

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TRES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CAMARÓN EN LA FÁBRICA PACAGRI S.A. UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN.** Previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO**, 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.

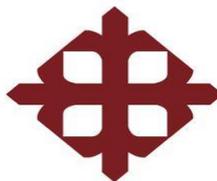
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 14 de febrero del 2023

EL AUTOR

f. _____

COLOMA PILOZO SERGIO RICARDO



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, COLOMA PILOZO SERGIO RICARDO

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TRES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CAMARÓN EN LA FÁBRICA PACAGRI S.A. UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

EL AUTOR:

f. _____

COLOMA PILOZO SERGIO RICARDO

Guayaquil, 14 de febrero del 2023

REPORTE URKUND

Informe del trabajo de titulación de la carrera de Ingeniería Eléctrica Mecánica, con un total de 2% de coincidencia pertenece al estudiante, **Sergio Ricardo Coloma Pilozo**.

Document Information

Analyzed document	tesis sergio (2) (1).docx (D157697733)
Submitted	2023-02-03 02:29:00
Submitted by	
Submitter email	efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	efrain.velez.ucsg@analysis.orkund.com

Reporte Urkund del Trabajo de Titulación "DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE MEDIA Y BAJA TENSION PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE tres LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CAMARÓN EN LA FÁBRICA PACAGRI S.A. UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN" del estudiante COLOMA PILOZO SERGIO RICARDO de la carrera Eléctrico Mecánica, la misma que se encuentra con el 2% de coincidencia.



Ing. MIGUEL ARMANDO HERAS SÁNCHEZ

DOCENTE TUTOR

AGRADECIMIENTO

Con esfuerzo y dedicación se ha logrado construir una carrera profesional de buen nivel, a lo largo de esta se han involucrado varias personas que han sido de gran apoyo como base fundamental para la obtención del título forjado con mucha dedicación y perseverancia.

A la institución Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en conjunto con los tutores que me correspondieron a lo largo de la carrera como una guía indispensable impregnando conocimientos y experiencias.

A mi familia, compañeros de estudio y amigos que actuaron en participación al logro obtenido, les agradezco por el tiempo dedicado con admiración y cariño.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. JOHN FRANCO RODRÍGUEZ Ph.D.

DECANO

f. _____

ING. BAYARDO BOHÓRQUEZ ESCOBAR MGS.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. CARLOS ROMERO ROSERO MGS.

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO 1.PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Definición del problema	3
1.2. Justificación del problema.....	3
1.3. Objetivo general.....	3
1.4. Objetivos específicos	3
1.5. Tipo de investigación	4
1.6. Metodología	4
CAPÍTULO 2.FUNDAMENTACION TEÓRICA.....	5
2.1. Conceptos eléctricos.....	5
2.1.1. Diseño eléctrico	5
2.1.2. Simbología.....	5
2.1.3. Circuito monofásico	5
2.1.4. Circuito trifásico	5
2.1.5. Corriente nominal.....	6
2.1.6. Corriente de arranque	6
2.1.7. Corriente de corto circuito	7
2.1.8. Corriente trifásica.....	7
2.1.9. Corrientes parásitas.....	8
2.1.10. Motor con caja reductora	8
2.1.11. Motor eléctrico de alta velocidad.....	9
2.1.12. Acometida.....	9
2.1.13. Arranque directo	9
2.1.14. Arranque suave	10
2.1.15. Arranque por control de frecuencia	11
2.1.16. Protección.....	12
2.1.17. Breaker	12
2.1.18. Disyuntor	13
2.1.19. Seccionador.....	13
2.1.20. Relé térmico.....	13
2.1.21. Guardamotor.....	14
2.1.22. PLC.....	15

2.2. Estructuración de media tensión	15
2.2.1. Transformador	16
2.2.2. Disyuntor principal	16
2.2.3. Celdas de media tensión.....	17
2.2.4. Acometida subterránea	18
2.2.5. Porta fusible.....	19
2.2.6. Pararrayo.....	20
2.2.7. Cruceta	20
2.2.8. Poste eléctrico	21
2.2.9. Aisladores.....	21
2.2.10. Tubería rígida	22
2.3. Instalación eléctrica en baja tensión	23
2.3.1. Iluminación.....	23
2.3.2. Puesta a tierra	24
2.3.3. Resistividad de puesta a tierra.....	25
2.3.4. Vara de puesta a tierra	27
2.3.5. Diseñar sistema puesta a tierra.....	27
2.3.6. Conductor del sistema puesta a tierra.....	28
2.3.7. Corrosión	28
2.3.8. Número de varillas de puesta a tierra	29
2.4. Factor de potencia	30
2.4.1. Cálculo de corrección del factor de potencia.....	31
2.4.2. Factor de potencia de un motor	32
2.4.3. Ley del factor de potencia	32
2.5. Banco de capacitores	33
2.5.1. Armónicos.....	33
2.5.2. Filtro de armónicos	34
2.5.3. Distorsión armónica	34
2.5.4. Efecto de los armónicos.....	35
2.5.5. Reducción de los armónicos	35
2.5.6. Beneficios de los filtros armónicos	36
2.5.7. Perturbaciones eléctricas.....	36
CAPÍTULO 3.DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.1. Cálculo de demanda	39
3.1.1. Cálculo de carga etapa recepción silos.....	39

3.1.2. Cálculo de carga etapa dosificación.....	40
3.1.3. Cálculo de carga etapa mezclado y molienda.	41
3.1.4. Cálculo de carga etapa pulverizado y mezclado	42
3.1.5. Cálculo de carga etapa pelletizado.	43
3.1.6. Cálculo de carga etapa acondicionado y enfriamiento.	44
3.1.7. Cálculo de carga etapa producto terminado.....	45
3.1.8. Cálculo de carga etapa iluminación.	46
3.1.9. Cálculo de carga etapa tomacorriente.....	46
3.1.10. Cálculo de carga total de las etapas	47
3.1.11. Cálculo del transformador y conductor en baja tensión.	48
3.1.12. Cálculo del conductor en media tensión.....	48
3.1.13. Conductor y protección de motores.....	49
3.1.14. Conductor y protección del tablero de distribución a los bloques.	49
3.1.15. Celda de media tensión.	49
3.1.16. Banco de transformador estimado	49
3.1.17. Cálculo del número de varillas.	50
3.1.18. Cálculo del conductor de la puesta a tierra.	50
3.2. Corrección del factor de potencia.....	50
3.2.1. Carga reactiva a inyectar	52
3.2.2. Cálculo de la nueva corriente	53
3.2.3. Cálculo de protección del banco de capacitores	53
3.3. Presupuesto eléctrico estimado para la instalación de las tres líneas de producción.....	54
3.3.1. Presupuesto 1.....	54
3.3.2. Presupuesto 2.....	55
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
4.1. Conclusiones	56
4.2. Recomendaciones	57
REFERENCIAS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Identificación de los datos de placa	6
Figura 2.2. Sistema de corriente trifásica	8
Figura 2.3. Motores reductores	9
Figura 2.4. Motor de alta velocidad	9
Figura 2.5. Arranque directo de un motor trifásico	10
Figura 2.6. Relé térmico	14
Figura 2.7. Curva de disparo del guardamotor	15
Figura 2.8. Transformador 1500Kva a 440Vac	16
Figura 2.9. Disyuntor principal con carga manual	17
Figura 2.10. Celdas de carga en vacío	18
Figura 2.11. Acometida subterránea	18
Figura 2.12. Características del poste eléctrico	21
Figura 2.13. Iluminarias LED	24
Figura 2.14. Simbología del sistema puesta tierra	25
Figura 2.15. Medición de telurómetro	26
Figura 2.16. Varilla de puesta tierra	27
Figura 2.17. Corrosión del Sistema a tierra	29
Figura 2.18. Representación del factor de potencia	30
Figura 2.19. Esquema del factor de potencia en adelanto, atraso y unitario	31
Figura 2.20. Interior de un banco de capacitores	33
Figura 2.21. Vista de armónicos en forma tridimensional	34
Figura 2.22. Efecto de la tensión al conmutar capacitores	34
Figura 2.23. Onda de tensión normal	36
Figura 2.24. Ondas de tensión con diferentes distorsiones	37
Figura 3.1. Corrección del factor de potencia	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Tipos de guardamotores	7
Tabla 2.2. Arrancadores suaves para motores asíncronos	11
Tabla 2.3. Variadores estimados para la instalación	12
Tabla 2.4. Tipo de acometida según la carga	19
Tabla 2.5. Tabla de asignación de fusibles en media tensión	20
Tabla 2.6. Grupo de aisladores por norma.....	22
Tabla 2.7. Asignación de tubería según dimensión del cable.....	23
Tabla 2.8. Tipos de tierra según su resistividad	26
Tabla 2.9. Elección del conductor según la corriente	28
Tabla 2.10. Efectos causados por armónicos	35
Tabla 2.11. Carga del bloque 1.....	39
Tabla 2.12. Carga del bloque 2.....	40
Tabla 2.13. Carga del bloque 3.....	41
Tabla 2.14. Carga del bloque 4.....	42
Tabla 2.15. Carga del bloque 5.....	43
Tabla 2.16. Carga del bloque.....	44
Tabla 2.17. Carga del bloque 7.....	45
Tabla 2.18. Carga del bloque 8.....	46
Tabla 2.19. Carga del bloque 9.....	46
Tabla 2.20. Carga total	47
Tabla 2.21. Carga total instalada	48
Tabla 3.1. Presupuesto.....	54
Tabla 3.2. Presupuesto.....	55

RESUMEN

En la empresa PACAGRI S.A. ubicada en la provincia del Guayas, en el cantón Durán, en la vía Durán Tambo km 6 ½, empresa que se dedica a la elaboración de alimento para camarón, pensando a futuro la empresa quiere incrementar las líneas de producción para elevar la cuota mensual de toneladas producidas para cumplir con las expectativas de los clientes. Para llevar a cabo el objetivo del proyecto, se ha propuesto realizar el diseño eléctrico de media y baja tensión para la construcción de tres líneas nuevas de producción. Con los estudios realizados en la carrera de Ingeniería Eléctrica Mecánica y la experiencia obtenida en las diferentes empresas, se realizará el diseño del diagrama unifilar para obtener el cálculo de demanda y corrección del factor de potencia, además de esto se elaborará un presupuesto estimado de lo que costará los equipos y materiales a instalar. La preparación de este documento está conformada por el problema de la instigación, fundamentos teóricos, desarrollo del tema y conclusiones.

Palabras: (producción, diseño, alimento, factor de potencia, empresa, clientes)

ABSTRACT

In the company PACAGRI S.A. Located in the province of Guayas, in the Durán canton, on the Durán Tambo km 6 ½ road, a company dedicated to the production of shrimp feed, thinking about the future, the company wants to increase the production lines to increase the monthly quota of tons produced to meet customer expectations. To carry out the objective of the project, it has been proposed to carry out the electrical design of medium and low voltage for the construction of three new production lines. With the studies carried out in the Mechanical Electrical Engineering career and the experience obtained in the different companies, the design of the single-line diagram was carried out to obtain the calculation of demand and correction of the power factor, in addition to this an estimated budget of the What will the equipment and materials to install cost? The preparation of this document is satisfied by the problem of instigation, theoretical foundations, development of the theme and conclusions.

Words: (production, design, food, power factor, company, customers)

CAPÍTULO 1.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

INTRODUCCIÓN

La empresa PACAGRI S.A. tiene la visión de consolidar su producto como el mejor del mercado dentro del territorio ecuatoriano, la clave del éxito de la empresa, es mantener al cliente satisfecho y para esto la empresa se enfoca en obtener un producto terminado de alta calidad, en el tiempo exigido por el cliente. Los valores que establece la empresa son promover el respeto mutuo de los trabajadores sin importar el género o raza, al haber un trato amable y cordial, se puede trazar la meta que dice "el cliente es primero", además de asumir compromisos y cumplir con las expectativas propuestas. (alcántara, 2023)

Las leyes tienen por objeto implantar el desarrollo de las actividades acuícolas como crianza, almacenamiento, distribución y comercialización. A partir de la elaboración de los productos creados para la alimentación de todas las especies acuícolas para garantizar la aplicación eco sistemática de los derechos establecidos por la constitución de la república. Las presentes leyes publicadas del cumplimiento obligatorio para todas las entidades que comprenden el sector público y privado se aplican a la sanidad, inocuidad y calidad porque están sujetas al consumo humano directa e indirectamente. (Ahiman, 2022)

1.1. Definición del problema

La acuicultura es el cultivo de especies acuáticas como camarón y tilapia, especies que necesitan alimentarse del producto elaborado por la empresa PACAGRI S.A.

Actualmente la empresa genera 10500 toneladas mensualmente de producto terminado en las tres líneas existentes, con esta capacidad no se cumple con las expectativas de los clientes por falta de producto terminado, para cumplir con las exigencias de los clientes, la empresa PACAGRI S.A. necesita duplicar la capacidad de producción para la elaboración de alimento para camarón, obteniendo un total de 21000 toneladas mensualmente. Este problema trasciende a todas las empresas de los países sudamericanos por la fácil logística de la materia prima para la elaboración de balanceados.

1.2. Justificación del problema

De esta manera, la empresa PACAGRI S.A. ha hecho la inversión para la implementación de tres nuevas líneas de producción incrementando las toneladas por hora y así ofreciendo nuevas plazas de trabajo e incrementando los ingresos monetarios de la empresa.

1.3. Objetivo general

Diseñar el sistema eléctrico de media y baja tensión para la implementación de tres nuevas líneas de producción para la elaboración de balanceado para camarón en la empresa PACAGRI S.A.

1.4. Objetivos específicos

1. Realizar el cálculo de demanda de la carga que se instalará en las nuevas líneas de producción, incluido el sistema para servicios generales.
2. Diseñar el sistema eléctrico en un diagrama unifilar de las tres líneas de producción.

3. Elaborar presupuesto estimado de los equipos y materiales que serán usados en el proyecto.

1.5. Tipo de investigación

Se realizó un tipo de investigación descriptiva para el proyecto que se elaborará, estableciendo una descripción detallada en el cual no se buscan causas o consecuencias. También se tomó parte de la investigación cuantitativa permitiendo analizar diferentes procedimientos basados en mediciones.

1.6. Metodología

Se implementó una metodología cuantitativa en la que se llevó a cabo procedimientos automáticos con diferentes puntos de medición a lo largo de las líneas de producción que se instalaron.

CAPÍTULO 2.

FUNDAMENTACION TEÓRICA

2.1. Conceptos eléctricos

Este capítulo se detalla conceptos de electricidad que fueron usados a lo largo del proyecto en la instalación de nuevas líneas de producción de camarón, también se mencionan elementos y conceptos de media y baja tensión. (in capacitacion y normativas, 2020)

2.1.1. Diseño eléctrico

Es la planificación y creación de un proyecto a trascender con nuevos equipos y maquinarias eléctricas, a continuación, se va detallar componentes eléctricos, ubicación, esquemas, sistema de iluminación, con esto se podrá demostrar la determinada carga que vamos a requerir. (electricaplicada, 2018)

2.1.2. Simbología

Establece función de dar símbolos gráficos a los esquemas que se usaran en el proyecto, se aconseja usar dentro del campo de la ingeniería y se rigen por las normas NEMA. (Equipo de generacion electrica, 2022)

2.1.3. Circuito monofásico

Fue necesario impartir este diseño monofásico dentro del proyecto pues fue usado para las acometidas de sistemas de iluminación, tomacorrientes, sistemas de ventilación. (Durán, 1999)

2.1.4. Circuito trifásico

Fue amplio el diseño que se ejecutó por lo que se tuvo en cuenta la utilización del sistema trifásico de 440 Vac y 220Vac para la alimentación de

tableros distribución, motores eléctricos, variadores de frecuencia, arrancadores suaves. (Durán, 1999)

2.1.5. Corriente nominal

La corriente nominal, se puede visualizar en la placadel mismo motor, se la puede comparar con un amperímetro una vez que el motor haya alcanzado sus rpm máximos, se regulará el potenciómetro de la protección hasta que se logré establecer el set deseado. (Vilariño, 2013)



Figura 2.1. Identificación de los datos de placa
Fuente: (casares, 2018)

2.1.6. Corriente de arranque

La corriente de arranque se presenta como una excitación al motor donde se puede elevar de 5 a 6 veces la corriente nominal asignada por el motor, que en porcentaje viene a ser de un 75% a 79%. Ilustración de la corriente nominal se puede apreciar en la Figura 2.1, a continuación, en la siguiente tabla 2.1. se aprecian los diferentes tipos de guarda motores que fueron usados en el proyecto. (coparoman, 2014)

Tabla 2.1.
Tipos de guardamotores

Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz. en AC-3		Rango de ajuste de disparo térmico	Capacidad interruptiva Icu 220 V	Capacidad interruptiva Icu 440 V	Referencia a ordenar
kW (CP)	kW (CP)				
220 V	440 V	A	kA	kA	
Guardamotores termomagnéticos (protección de sobrecarga y cortocircuito)					
0.37 (0.5)	1.1 (1.5)	1.6-2.5	> 100	> 100	GV2ME07
0.75 (1)	1.5 (2)	2.5-4.0	> 100	> 100	GV2ME08
1.1 (1.5)	3 (3)	4.0-6.3	> 100	50	GV2ME10
2.2 (3)	4 (5.5)	6.0-10	> 100	15	GV2ME14
3 (3)	7.5 (10)	9.0-14.0	> 100	8	GV2ME16
4 (5.5)	9 (12)	13.0-18.0	> 100	8	GV2ME20
5.5 (7.5)	11 (15)	17.0-23.0	50	6	GV2ME21
5.5 (7.5)	11 (15)	20.0-25.0	50	6	GV2ME22
7.5 (10)	15 (20)	24.0-32.0	50	6	GV2ME32
0.37 (0.5)	1.1 (1.5)	1.6-2.5	> 100	> 100	GV2P07
0.75 (1)	1.5 (2)	2.5-4.0	> 100	> 100	GV2P08
1.1 (1.5)	3 (3)	4.0-6.3	> 100	> 100	GV2P10
2.2 (3)	4 (5.5)	6.0-10	> 100	> 100	GV2P14
3 (3)	7.5 (10)	9.0-14.0	> 100	50	GV2P16
4 (5.5)	9 (12)	13.0-18.0	> 100	20	GV2P20
5.5 (7.5)	11 (15)	17.0-23.0	> 100	20	GV2P21
5.5 (7.5)	11 (15)	20.0-25.0	> 100	20	GV2P22
7.5 (10)	15 (20)	24.0-32.0	> 100	20	GV2P32
5.5 (7.5)	11 (15)	17.0-25.0	> 100	100	GV3P25
7.5 (10)	15 (20)	23.0-32.0	> 100	100	GV3P32

Fuente: (schneider, 2022)

2.1.7. Corriente de corto circuito

De la reducción de aislamiento hasta la pérdida total del aislamiento en un punto del motor hará que la corriente se dispare al infinito por así decirlo haciendo saltar las protecciones que deben estar correctamente asignado su valor. (Honsberg, 2013)

2.1.8. Corriente trifásica

Al producir energía trifásica se crearán 3 ondas sinusoidales de igual frecuencia y amplitud generadas por el motor en su consumo, siendo separadas entre ángulos de 120 grados. (Solarplak, 2016)

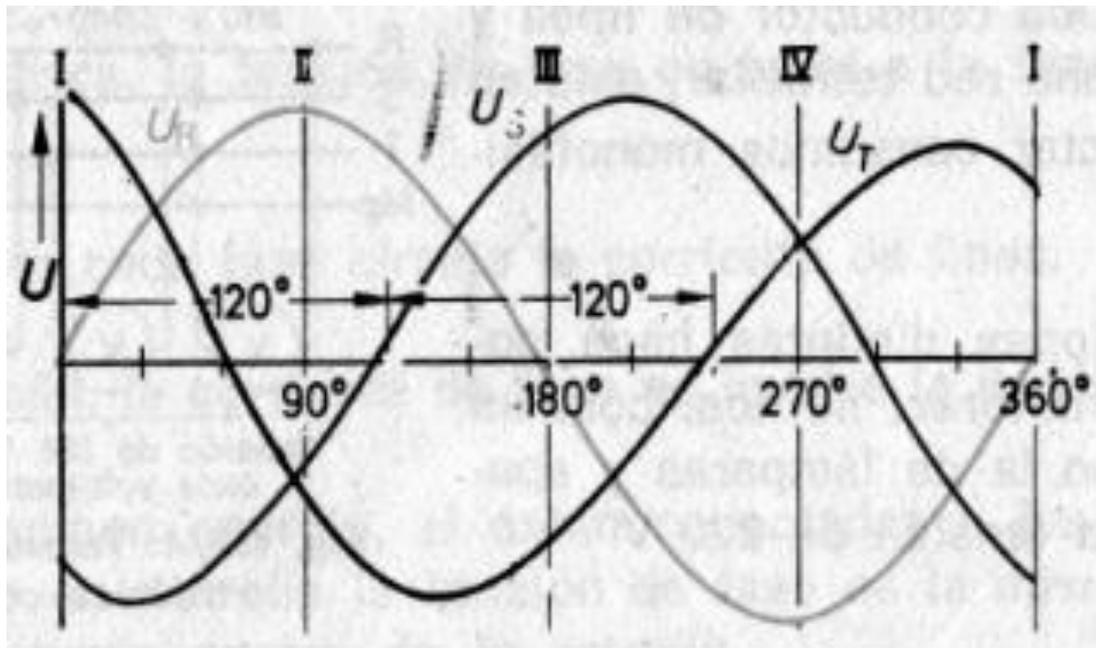


Figura 2.2. Sistema de corriente trifásica
Fuente: (Naturaleza y aplicaciones, 2008)

2.1.9. Corrientes parásitas

Es muy común ver en las industrias este tipo de problema dadas por las malas instalaciones de los cableados ya que en un cable al generarse un cruce de campo magnético este puede ser inducido en el otro cable. Las corrientes parásitas pueden ser identificadas con un multímetro y pueden llegar a medir en miliamperio, esto se puede reducir o corregir con una debida tierra instalada en nuestro sistema.(Reyes & Pinto, 2014)

2.1.10. Motor con caja reductora

Dispositivo que al ingresar energía eléctrica la transforma en energía mecánica, realizada por los campos magnéticos que se generan dentro del motor y campo que se genera por las bobinas en su núcleo. En la mayoría de los motores que se usarán en la planta que vamos a instalar serán motores de 4 polos con cajas reductoras para reducir las RPM de salida ya que los transportadores, elevadores no giran a altas velocidad por su probabilidad de atoramiento. (inducom, 2022)



Figura 2.3.Motores reductores
Fuente: (Serintu)

2.1.11. Motor eléctrico de alta velocidad

En lo común para la industria mencionada tenemos los motores sin caja reductora para aprovechar la velocidad en molinos, pulverizadores, extractores, con revoluciones de 1800 y 3600 RPM



Figura 2.4.Motor de alta velocidad

Fuente: (capacitacion tecnica, 2023)

2.1.12. Acometida

Conjunto de conductores establecidos para brindar la energía eléctrica a diferentes puntos en la instalación, pasan desde alta tensión, media tensión y baja tensión hasta llegar a las cargas. (home center, 2022)

2.1.13. Arranque directo

El método más sencillo y de bajo costo que se utiliza en las instalaciones, pero en cambio al respecto con el ahorro de energía es más caro a largo plazo, consiste simplemente en conectar los devanados de nuestra carga a

los contactos de un contactor siendo el control y arranque de este. Para controlar el encendido y apagado se realizará un sistema de control que se mostrará en la figura continuación.

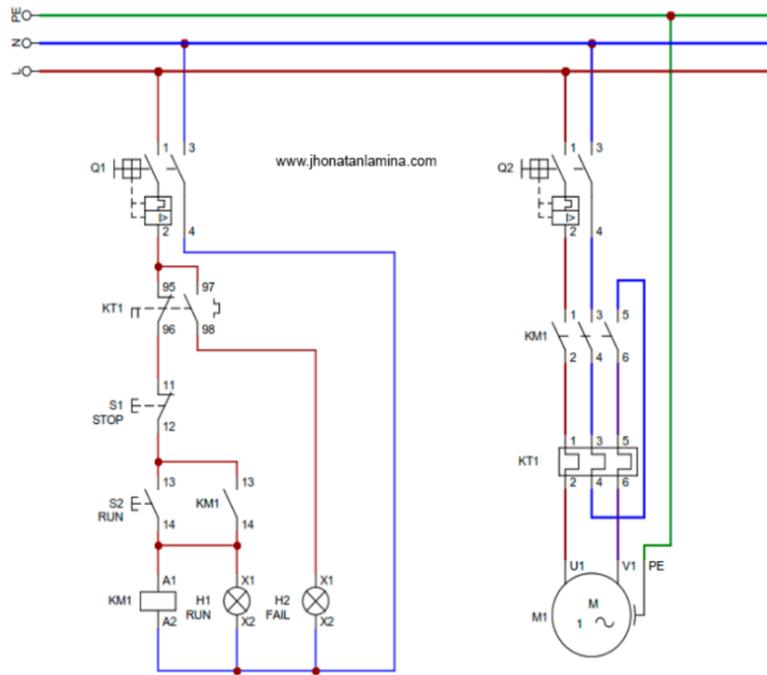


Figura 2.5. Arranque directo de un motor trifásico
Fuente: (jhonatan lamiña, 2022)

2.1.14. Arranque suave

Dispositivo que permite administrar el arranque o paro del motor eléctrico en un tiempo determinado regulable, protegiendo de una forma óptima la vida útil del motor y reduciendo los picos de corriente sumando significativamente a la hora de hacer los cálculos de consumo a la empresa eléctrica, es activado por una señal a sus bornes y se puede manipular los contactos secos como alarmas y modos run. (Auticom, 2017)

Tabla 2.2.
Arranadores suaves para motores asíncronos

40° C Temperatura ambiente					50° C Temperatura ambiente					Número de pedido
Tensión nominal operativa U_e	Corriente nominal operativa I_e	Potencia nominal de motores trifásicos en tensión nominal operativa U_e			Corriente nominal operativa I_e	Potencia nominal de motores trifásicos en tensión nominal operativa U_e				
V	A ²⁾	230 V kW	400 V kW	500 V kW	A ²⁾	200 V hp	230 V hp	460 V hp	575 V hp	
200... 480	12.5	3	5.5	-	11	3	3	7.5	-	3RW30 17-□BB□4
	17.6	4	7.5	-	17	3	3	10	-	3RW30 18-□BB□4
	25	5.5	11	-	23	5	5	15	-	3RW30 26-□BB□4
	32	7.5	15	-	29	7.5	7.5	20	-	3RW30 27-□BB□4
	38	11	18.5	-	34	10	10	25	-	3RW30 28-□BB□4
	45	11	22	-	42	10	15	30	-	3RW30 36-□BB□4
	63	18.5	30	-	58	15	20	40	-	3RW30 37-□BB□4
	72	22	37	-	62	20	20	40	-	3RW30 38-□BB□4
	80	22	45	-	73	20	25	50	-	3RW30 46-□BB□4
106	30	55	-	98	30	30	75	-	3RW30 47-□BB□5	

Fuente: (siemens, 2023)

2.1.15. Arranque por control de frecuencia

En los anteriores arranques mencionados se habla de un arranque sencillo o un arranque con aceleración y desaceleración controlada. Una de las características importantes de los variadores de frecuencia es que se puede controlar la velocidad en todo momento, mediante el ingreso de parámetros se puede obtener este fin para dar consignas a lo largo de la producción que será instalada. (soler palau, 2020)

Tabla 2.3.
Variadores estimados para la instalación

asignada ¹⁾		de salida asignada ²⁾		intensidad con carga básica ³⁾		básica ³⁾		Power Module PM240 sin filtro de red integrado	Power Module PM240 con filtro de red integrado de clase A	
kW	hp	A		kW	hp	A		Referencia	Referencia	
3 AC 390 ... 480 V										
0,37	0,50	1,3		0,37	0,50	1,3		FSA	6SL3224-0BE13-7UA0	–
0,55	0,75	1,7		0,55	0,75	1,7		FSA	6SL3224-0BE15-5UA0	–
0,75	1,0	2,2		0,75	1,0	2,2		FSA	6SL3224-0BE17-5UA0	–
1,1	1,5	3,1		1,1	1,5	3,1		FSA	6SL3224-0BE21-1UA0	–
1,5	2,0	4,1		1,5	2,0	4,1		FSA	6SL3224-0BE21-5UA0	–
2,2	3,0	5,9		2,2	3,0	5,9		FSB	6SL3224-0BE22-2UA0	6SL3224-0BE22-2AA0
3,0	4,0	7,7		3,0	4,0	7,7		FSB	6SL3224-0BE23-0UA0	6SL3224-0BE23-0AA0
4,0	5,0	10,2		4,0	5,0	10,2		FSB	6SL3224-0BE24-0UA0	6SL3224-0BE24-0AA0
7,5	10	18		5,5	7,5	13,2		FSC	6SL3224-0BE25-5UA0	6SL3224-0BE25-5AA0
11,0	15	25		7,5	10	19		FSC	6SL3224-0BE27-5UA0	6SL3224-0BE27-5AA0
15,0	20	32		11,0	15	26		FSC	6SL3224-0BE31-1UA0	6SL3224-0BE31-1AA0
18,5	25	38		15,0	20	32		FSD	6SL3224-0BE31-5UA0	6SL3224-0BE31-5AA0
22	30	45		18,5	25	38		FSD	6SL3224-0BE31-8UA0	6SL3224-0BE31-8AA0
30	40	60		22	30	45		FSD	6SL3224-0BE32-2UA0	6SL3224-0BE32-2AA0
37	50	75		30	40	60		FSE	6SL3224-0BE33-0UA0	6SL3224-0BE33-0AA0
45	60	90		37	50	75		FSE	6SL3224-0BE33-7UA0	6SL3224-0BE33-7AA0
55	75	110		45	60	90		FSF	6SL3224-0BE34-5UA0	6SL3224-0BE34-5AA0
75	100	145		55	75	110		FSF	6SL3224-0BE35-5UA0	6SL3224-0BE35-5AA0
90	125	178		75	100	145		FSF	6SL3224-0BE37-5UA0	6SL3224-0BE37-5AA0
110	150	205		90	125	178		FSF	6SL3224-0BE38-8UA0	–
132	200	250		110	150	205		FSF	6SL3224-0BE41-1UA0	–

Fuente: (Variadores de Velocidad Siemens, n.d.)

2.1.16. Protección

Dispositivo que sirve para proteger los equipos e instalaciones eléctricas de un colapso permanente, para un control preventivo se puede observar la funcionalidad con una cámara termográfica en el momento que esté cumpliendo su función.

2.1.17. Breaker

Elemento eléctrico capaz de interrumpir la corriente eléctrica al detectar una elevación de corriente por encima de lo seteado. (BREAKER TRIFASICO 3*40 AMP - Casa Electrica Quito, n.d.)

2.1.18. Disyuntor

Está diseñado para prevenir un accidente haciendo una diferencia de corriente compara la entrada con la salida, para saber que está en un correcto funcionamiento se pulsa el botón de test, si en caso de no saltar la protección nos indica que hay una falla de puesta a tierra en nuestro circuito.

2.1.19. Seccionador

En los tableros eléctricos existen dispositivos y elementos de control y para ellos debemos tener una protección mecánica además de las eléctricas, ayuda a evitar accidentes laborales. (*Seccionadores - Generando Watts, n.d.*)

2.1.20. Relé térmico

Dispositivo electromagnético capaz de adherirse a los contactores para protección del motor eléctrico trifásico, detecta una falla de fase haciendo recalentar el térmico interno y manda a saltar la protección para así proteger nuestro sistema a instalar.



Figura 2.6. Relé térmico

Fuente: (Relé Térmico Tesys LRD 3 Polos 16 a 24 A | Camei, n.d.)

2.1.21. Guardamotor

Interruptor magneto térmico diseñado para que sea más robusto a la hora de actuar sobre las fallas eléctricas con capacidades de interrumpir el paso de la energía una vez que detecta la falla, para detectar el mal funcionamiento del circuito lo hace mediante una curva de disparo, exactamente encargado para la protección de los motores eléctricos trifásicos.

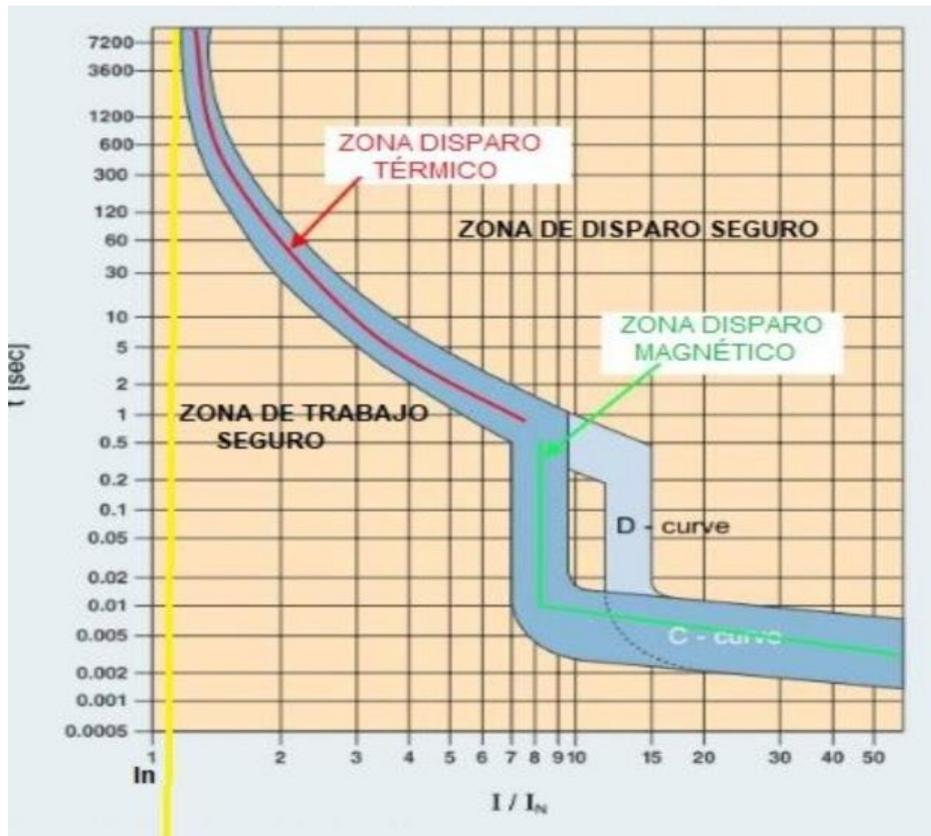


Figura 2.7. Curva de disparo del guardamotor
 Fuente: (El Interruptor Magnetotérmico. Funcionamiento, Curvas, Selectividad.,
 s/f)

2.1.22. PLC

Se lo conoce como control lógico programable, cumple una parte fundamental en la industria de automatización y control eléctrico, capaz de acoplarse con señales digitales, señales analógicas, señales de temperatura, señales de corriente, hasta incluso comunicarse con otros equipos de automatización como variadores de frecuencia, servos motores.

2.2. Estructuración de media tensión

Están diseñadas para soportar tensiones entre 15Kv y 30Kv, se tiene estructuras capaces de resistir el clima, brindando seguridad a su alrededor, para esto existen tipos de transferir la energía, estas pueden ser subterráneas y aéreas.

2.2.1. Transformador

Elemento de importancia en la industria capaz de reducir, elevar la tensión de una red eléctrica, capaz de potenciar el sistema para nuevos proyectos a efectuarse. En su interior con un bobinado primario de tantas vueltas de alambre, con un bobinado secundario en un núcleo que nos permite ejercer esa diferencia de tensión a la salida de este. El método para calcular la tensión ya sea de entrada o salida es: el número de vueltas del primario sobre el número de vueltas del secundario es igual a la relación entre el voltaje del primario sobre el voltaje del secundario. *(La Guía Definitiva de Transformadores de 2 MVA, s/f)*



Figura 2.8. Transformador 1500Kva a 440Vac

Fuente: Autor

2.2.2. Disyuntor principal

Para mayor protección del sistema eléctrico como breaker a la salida del transformador se colocará un disyuntor con un mecanismo de cierre de energía almacenada, posee una palanca para recargar los resortes de aceleración.



Figura 2.9. Disyuntor principal con carga manual

Fuente: (*Interruptores Abiertos - ABW | Interruptores Automáticos de Potencia Abierto ABW | De Potencia Abierto | Interruptores | Protección de Circuitos | Controls | Automatización Industrial | WEG - Productos, s/f*)

2.2.3. Celdas de media tensión

En un centro de carga para la distribución de energía en media tensión, cuenta con un visor, lámpara y ventilación para monitorear el estado de las celdas, en si permite desconectar el transformador de la red eléctrica también sirve para proteger a los equipos de sobrecarga y cortocircuitos, un seccionador en su interior para realizar maniobras de mantenimientos correctivos y preventivos de los equipos.



Figura 2.10. Celdas de carga en vacío

Fuente: (Celdas Modulares de Media Tensión | Schneider Electric México, s/f)

2.2.4. Acometida subterránea

Aquellas acometidas que van por debajo de la tierra para una mejor distribución de la red, en los ductos subterráneos van cables especiales con poliméricos hechos de cobre o aluminio para una mayor facilidad al pasar los cables.

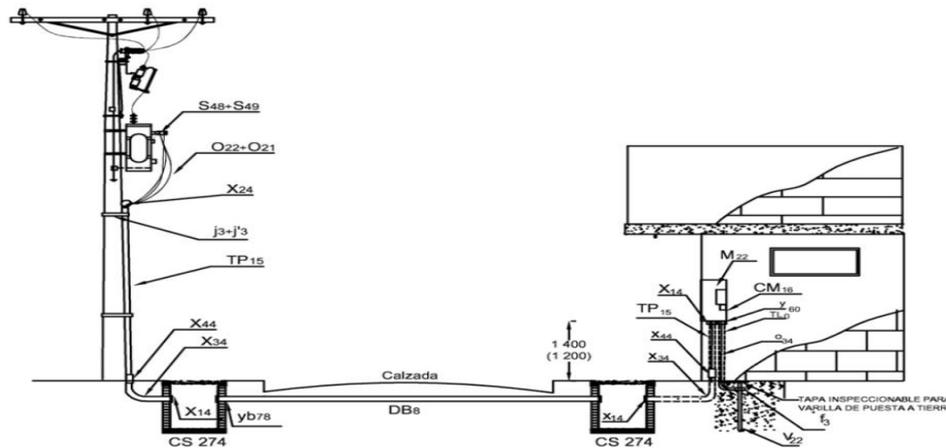


Figura 2.11. Acometida subterránea

Fuente: (AE239-2 Acometida Subterránea Con Circuito de B.T. Desde Bornes Del Transformador | Likinormas, s/f)

Para la instalación de estas acometidas hay que tener en cuenta la dimensión de los cables y el ducto que vamos a ayudar según la carga establecida.

Tabla 2.4.
Tipo de acometida según la carga

Carga de Contratación [kW]	Calibre Conductores [AWG]	Ducto [Pulgadas]
36-45-50	CM- 3 x 1/0 + 1 x 2	2
51-55-64	CM- 3 x 2/0 + 1 x 1/0	2 ½
65-75	CM- 3 x 4/0 + 1 x 2/0	3
76-85	CM -3 x 250 + 1 x 4/0	3
86-100	CM-3 x 300 + 1 x 250	3
112.5 KVA	CM-3x350+1x250	3
150 KVA	CM-2(3x4/0+1x2/0+1x2/0)	3
225 KVA	CM-2(3x350+1x250)	4

Fuente: (GUÍA No. 2 ACOMETIDAS.Doc - Documentos de Google, n.d.)

2.2.5. Porta fusible

Es una cápsula tubular que en su interior aloja el fusible, se utiliza para corte y conexión rápida, además de brindar protección a la red eléctrica haciendo un disparo rápido una vez que sobrepasa la intensidad nominal del fusible.

Para seleccionar el amperaje del fusible lo vamos a asignar en base al primario del transformador, a continuación, tenemos la tabla que nos indicara como hacer la selección.

Tabla 2.5.

Tabla de asignación de fusibles en media tensión

TRIFASICO						
KVA	33 KV	23 KV	13.2 KV	440 V	220 V	127 V
15 KVA	0.26 A	0.38 A	0.66 A	20 A	39 A	68 A
30 KVA	0.52 A	0.75 A	1.31 A	39 A	79 A	136 A
45 KVA	0.79 A	1.13 A	1.97 A	59 A	118 A	205 A
75 KVA	1.31 A	1.88 A	3.28 A	98 A	197 A	341 A
113 KVA	1.97 A	2.82 A	4.92 A	148 A	295 A	511 A
150 KVA	2.62 A	3.77 A	6.56 A	197 A	394 A	682 A
225 KVA	3.94 A	5.65 A	9.84 A	295 A	590 A	1023 A
300 KVA	5.25 A	7.53 A	13.12 A	394 A	787 A	1364 A
400 KVA	7.00 A	10.04 A	17.50 A	525 A	1050 A	1818 A
500 KVA	8.75 A	12.55 A	21.87 A	656 A	1312 A	2273 A
630 KVA	11.02 A	15.81 A	27.56 A	827 A	1653 A	2864 A
750 KVA	13.12 A	18.83 A	32.80 A	984 A	1968 A	3410 A
1000 KVA	17.50 A	25.10 A	43.74 A	1312 A	2624 A	4546 A

Fuente: (*Protección de Transformador, Fusible Para Transformadores.*, n.d.)

2.2.6. Pararrayo

Tiene como objetivo atraer el rayo, es decir tiene como función ser un aterrizaje directo por lo que el rayo o descarga prefiere ir por este medio, de esta forma tendremos un impacto controlado.

2.2.7. Cruceta

Para contemplar el modelo de cruceta tendremos en cuenta los equipos y dispositivos que serán instalados en el poste eléctrico, partimos de ahí para seleccionar el tipo de cruceta y así evitar una confusión a la hora de ser instaladas.

2.2.8. Poste eléctrico

Estructura que sirve principalmente para sostener las líneas de transmisión y equipos relacionados como transformadores, para rayó, aisladores e iluminación. Dependiendo de la ubicación y la tensión existen varios tipos de postes eléctricos. A continuación, se presenta el modelo que se usará para transmitir la energía desde la subestación a nuestros transformadores que harán la conversión a baja tensión.

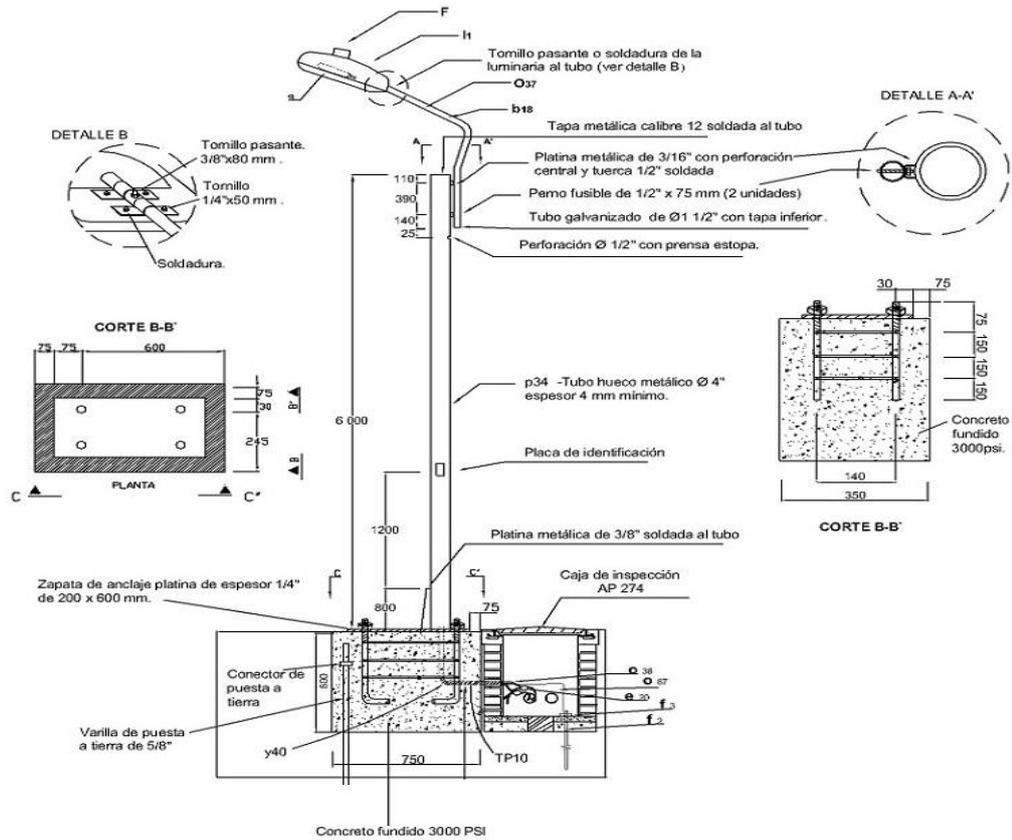


Figura 2.12. Características del poste eléctrico

Fuente: (*Línea de Distribución En Media Tensión... - Work Electricidad | Facebook, s/f*)

2.2.9. Aisladores

Las más comunes son los tipos campana o aisladores de disco, para aislar los cables con tensión de los postes eléctricos, según la tensión pondremos la cantidad necesaria de discos. En la siguiente tabla 2.6. se apreciará las normas técnicas para realizar una instalación segura.

Tabla 2.6.
Grupo de aisladores por norma

Denominación	Grupo	Tensión máxima entre fases (kV)	Carga Mecánica Nominal CMN (kN)	Distancia de fuga mínima (mm)	Longitud máxima (mm)
CS 120 S16B16	I	72.5	120	2.000	730
CS 120 S16B16	I	72.5	120	2.330	850
CS 120 S16B16	I	72.5	120	2.330	1.000
CS 120 S16B16	II	145	120	2.900	1.314
CS 120 S16B16	II	145	120	2.900	1.460
CS 120 S16B16	II	145	120	4.148	1.314
CS 210 S20B20	II	145	210	2.900	1.314
CS 120 S16B16	III	245	120	5.320	2.044
CS 210 S20B20	III	245	210	5.320	2.044
CS120 S16 B16	III	245	120	7.815	3.000

Fuente: (ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: AISLADORES DE PORCELANA, VIDRIO Y POLIMÉRICOS PARA REDES DE MEDIA TENSIÓN (E-MT-011) - PDF Free Download, n.d.)

2.2.10. Tubería rígida

Este tubo es especial para el uso de acometidas eléctricas en media tensión ya que permite una mayor protección al cable por la rigidez del material que está construido, es resistente al calor, humedad y diferentes agentes químicos. (CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA TUBERÍAS ELÉCTRICAS EXPUESTAS, 2018)

Tabla 2.7.
Asignación de tubería según dimensión del cable

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
16	½	15.8	196	118	104	61	78
21	¾	20.9	343	206	182	106	137
27	1	26.6	556	333	295	172	222
35	1 ¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1 ½	40.9	1314	788	696	407	526
53	2	52.5	2165	1299	1147	671	866
63	2 ½	69.4	3783	2270	2005	1173	1513
78	3	85.2	5701	3421	3022	1767	2280
91	3 ½	97.4	7451	4471	3949	2310	2980
103	4	110.1	9521	5712	5046	2951	3808

Fuente: (*Tubos Para Cables*, n.d.)

2.3. Instalación eléctrica en baja tensión

La distribución de estas acometidas serán la fase final para la alimentación de las cargas que se instalarán en el proceso de fabricación de alimento para camarón.

2.3.1. Iluminación

Hay 3 tipos de iluminación que se usó en la industria cada cual con su ventajas y desventajas.

Las lámparas LED está revolucionando la iluminación por su mayor capacidad de iluminación con menos potencia por lo tanto nos hará un ahorro a largo plazo en el consumo que estima la empresa eléctrica. Cómo desventaja puede ser que a ser expuestas a temperaturas muy altas la

lámpara acortará su tiempo de vida útil, pero en temperaturas más frías trabajará de manera correcta.



Figura 2.13. Iluminarias LED
Fuente: (*Iluminación Industrial – Industrias GSL, n.d.*)

2.3.2. Puesta a tierra

En el código eléctrico dice que todo circuito eléctrico residencial, comercial e industrial debe tener un sistema de puesta a tierra para que por ahí haga la descarga en algún caso el equipo pierda aislamiento y la corriente no circule por el cuerpo humano provocando lesiones, la corriente prefiere circular por dónde haya menos resistencia y en este caso el cuerpo humano tiene mayor resistencia que el sistema de puesta a tierra, en todo caso además de proteger a los equipos instalados sirve para proteger la integridad de los usuarios que realizarán maniobras en el presente o futuro.

La simbología del sistema de puesta a tierra será expuesta en la siguiente figura 2.14.

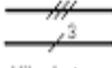
 Hilo conductor	 Hilo de tres conductores	 Conductor neutro
 Cruce con conexión	 Cruce sin conexión	 Masa
 Tierra	 Tierra de protección	 Tierra sin ruido
 Conector hembra	 Conector macho	 Masa puesta a Tierra

Figura 2.14. Simbología del sistema puesta tierra

Fuente: (1.2.- *Simbología Eléctrica y Electrónica.* | RGF03.- *Representación de Esquemas de Automatización.*, n.d.)

2.3.3. Resistividad de puesta a tierra

Lo ideal del sistema puesta a tierra es que se acerque lo más posible a los 0 ohm, entonces la resistividad representa la resistencia que posee el suelo a cierta profundidad. Para medir la resistencia del suelo se lo realiza con un instrumento llamado telurómetro que consiste en medir la corriente y ingresando voltaje para obtener la resistencia, una vez obtenido ese valor se podrá calcular la resistividad.



Figura 2.15. Medición de telurómetro
Fuente: Autor

Hay normas establecidas dónde recomiendan que la tierra no debe exceder los 5 ohm para así brindar una mayor protección, por esto las diferentes tierras más recomendadas. En todo caso hay diversas maneras de mejorar la resistividad.

Tabla 2.8.
Tipos de tierra según su resistividad

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD EN OHM·M
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

Fuente: (HUMBERTO SANZ Ingeniero Electricista et al., n.d.)

2.3.4. Vara de puesta a tierra

Las varillas de cobre que se usan para realizar las instalaciones de puesta a tierra deben ser de cobre puro, es decir, que tengan un porcentaje alto de cobre y no usar varillas bañadas en cobre porque estas no permiten una buena conducción de energía para proteger los equipos a instalar.

Como otras recomendaciones:

- Las varillas no deben estar protegidas con ningún aislante
- Las varillas deben estar desnudas
- Realizar conexiones correctamente

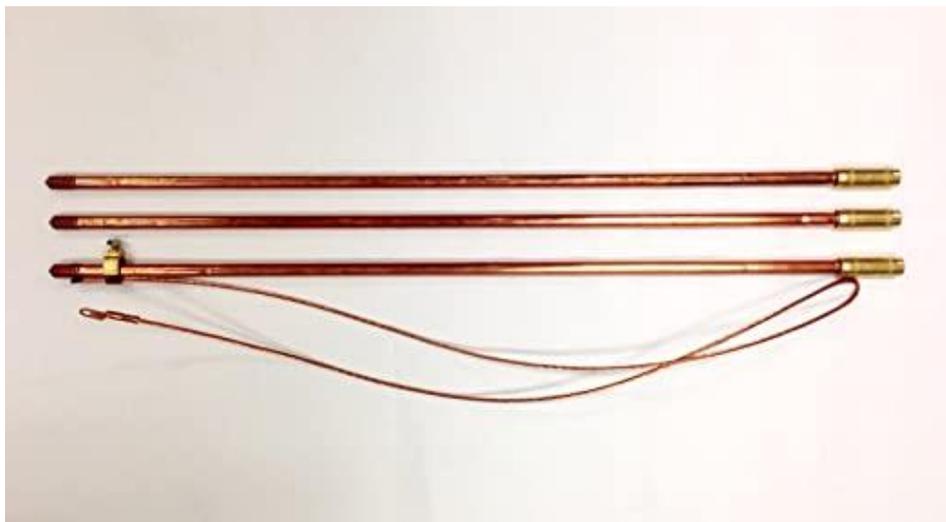


Figura 2.16. Varilla de puesta tierra

Fuente: (*Varilla de Conexión a Tierra y Cable : Amazon.Com.Mx: Automotriz y Motocicletas, s/f*)

2.3.5. Diseñar sistema puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra es confiable y seguro, para eso requiere un estudio y análisis adecuados teniendo en cuenta la ubicación del proyecto, el tipo de estructura y maquinaria que serán instaladas, la carga requerida que será usada en todo el sistema. Para ello se realizará el diseño aprobado que se basará en los datos de medición de la resistividad del terreno y las corrientes de falla que soportará el circuito con su respectiva duración.

2.3.6. Conductor del sistema puesta a tierra

Se tomó como guías establecidas, el cual tiene una tabla para la correcta elección del conductor que serán asociadas a los diferentes ramales del circuito eléctrico. A continuación, se muestra la tabla 2.9. donde se aprecia el calibre del cable según la corriente que circulará. (*Puesta a Tierra - Qué Es, Tipos, Definición y Concepto*, n.d.)

Tabla 2.9.
Elección del conductor según la corriente

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

Fuente: (*Tablas Nec*, n.d.)

2.3.7. Corrosión

El metal elegido para el sistema de puesta a tierra puede sufrir correcciones debido a las corrientes parásitas, nivel de húmedas en el suelo o sistemas de energía fotovoltaica, es un sistema que no se puede encapsular por qué es necesario el contacto de este con la tierra para ejercer una adecuada protección.



Figura 2.17. Corrosión del Sistema a tierra
Fuente: Autor

Es de suma importancia una correcta instalación, ya sea un buen ajuste al armar las celdas, correcta soldadura, a continuación, se detallará ciertos ejemplos por lo cual puede ocurrir la corrosión.

- Electrolito. Medio corrosivo conductor de iones (por ejemplo, suelo, agua, sales fundidas).
- Electrodo. Material conductor de electrones en un electrolito. El sistema de electrodo y electrolito forma una media celda.
- Ánodo. Electrodo desde el cual una corriente continua ingresa al electrolito.
- Cátodo. Electrodo desde el cual una corriente continua deja el electrolito.
- Electrodo de referencia. Electrodo de medición para determinar el potencial de un metal en el electrolito.

2.3.8. Número de varillas de puesta a tierra

Esta dispuesto que para calcular el número de varillas, se debe en función al área del terreno, para esto tenemos la siguiente fórmula.

$$N v = 0.6 \times \text{raíz de } A_t$$

2.4. Factor de potencia

El factor de potencia no tiene unidad, es simplemente la relación entre la potencia aparente y la potencia activa, mientras más cercano el resultado a uno será estupendo porque indica q se está aprovechando la energía lo más posible. Uno de los factores que hace reducir el factor son las cargas inductivas, el sobredimensionamiento de los transformadores ya que para un trabajo óptimo de ellos deben superar el 30% de su carga y equipos electrónicos como los variadores de frecuencia que usan electrónica de potencia para su funcionamiento.

Este factor puede ser calculado por el coseno del ángulo formado por el triángulo de potencias cómo se muestra en la siguiente figura 2.18.

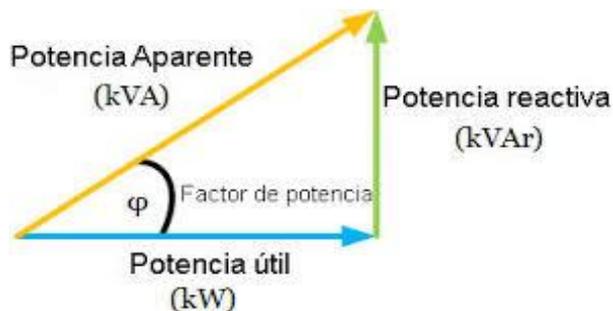


Figura 2.18. Representación del factor de potencia
Fuente: (de CV - ruelsacom, n.d.)

Un factor de potencia en adelanto indica que la corriente se adelanta con respecto a la tensión, nos indica que está presentando una carga capacitiva. Mientras que si la tensión se adelanta en respecto a la corriente nos está indicando que se posee una mayor carga inductivas.

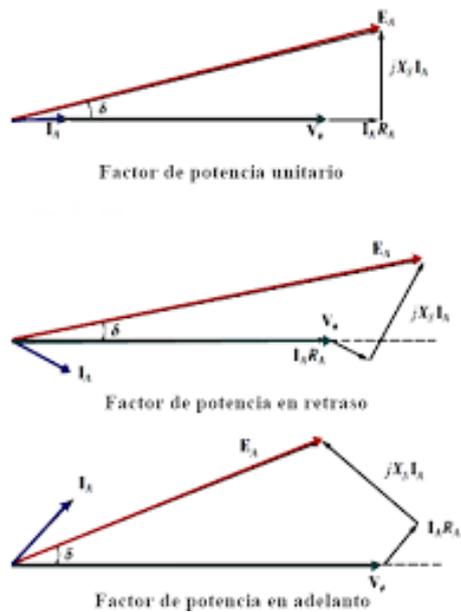


Figura 2.19. Esquema del factor de potencia en adelanto, atraso y unitario

Fuente: (*Factor de Potencia En Adelanto o Retraso - Búsqueda de Google, s/f*)

2.4.1. Cálculo de corrección del factor de potencia

El método para hacer el cálculo de la corrección del factor de potencia sostiene que hay que compensar la potencia reactiva de los transformadores trifásicos de distribución. Para esto hay que calcular la potencia total del banco de capacitores, en el orden viene a ser de 5 al 10% de la potencia nominal. A continuación, se mostrará la fórmula e indicación a que representa cada unidad de la misma fórmula. (*Corrección Del Factor de Potencia Capítulo 1 CAPITULO I CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA 1.1 INTRODUCCIÓN, n.d.*)

Potencia Activa:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\varphi$$

$$P = S * \cos \varphi$$

Potencia Aparente:

$$S = \sqrt{3} * V * I$$

Potencia Reactiva:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Capacidad de potencia reactiva para los condensadores:

$$QC = Q \text{ elv}^2 - Q \text{ elv}^2$$

Valor en microfaradios del condensador:

$$C(\mu f) = QC / (V^2 * 2\pi * f * 10^{-6})$$

2.4.2. Factor de potencia de un motor

En fines más comunes el cálculo de la potencia de un motor es para saber el consumo final de la potencia de un motor, en un motor con bomba es sumamente importante tener en cuenta la potencia. Para determinar el ángulo de fase entre la tensión y la corriente (*Motores Eléctricos, 2009*)

2.4.3. Ley del factor de potencia

La empresa eléctrica realiza una inspección a todos sus usuarios mediante el factor de potencia, cuando el usuario tiene el factor de potencia por debajo de 0.90, le realizara una multa y pedirá que corrijan el factor de potencia.

2.5. Banco de capacitores

Los bancos de capacitores están formados por grupos de botellas o capacitores dentro de un gabinete metálico accionado por medio de contactores y controlados por un controlador de pasos que van inyectando carga reactiva según el sistema eléctrico lo vaya requiriendo para que el factor de potencia no baje más de 0.92 según lo seteado por el usuario que lo configuro. Son utilizados para regular de una manera más eficaz la potencia, los bancos de capacitores se construyen de acuerdo al sistema que se va instalar o fabricar para aprovechar al máximo su función principal.



Figura 2.20. Interior de un banco de capacitores
Fuente: Autor

2.5.1. Armónicos

Las ondas simétricas contienen únicamente armónicas impares, mientras que para ondas asimétricas existirán tanto armónicas pares como impares. Cuando se hacen mediciones de las ondas de corriente o voltaje utilizando analizadores de armónicas, el equipo efectúa integraciones mediante la técnica de la transformada rápida de Fourier, dando como resultado la serie de coeficientes A_h que expresadas con relación a la amplitud A_1 de la fundamental, constituye el espectro de corrientes armónicas relativo a la onda medida.

Estas señales pueden visualizarse en un sistema tridimensional en el que se representan su magnitud, ubicación en frecuencia y a lo largo del tiempo.

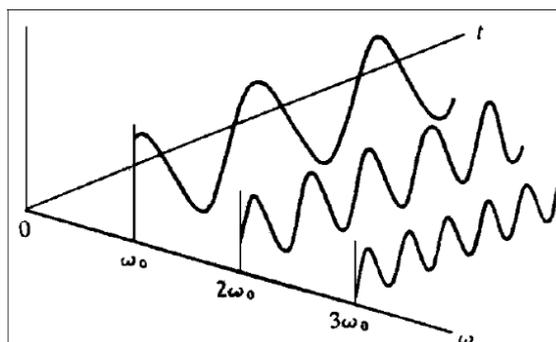


Figura 2.21. Vista de armónicos en forma tridimensional

Fuente:(Doppler Romper Barrera Del Sonido, n.d.)

2.5.2. Filtro de armónicos

Combinación de capacitores, inductancias y resistencias que están configuradas para reducir la corriente armónica y exhibir una impedancia mínima a la corriente fundamental a 60 Hz.(7, n.d.)

2.5.3. Distorsión armónica

Cuando el voltaje o la corriente de un sistema eléctrico tienen deformaciones con respecto a la forma de onda senoidal, se dice que la señal está distorsionada. (Armonica et al., n.d.)

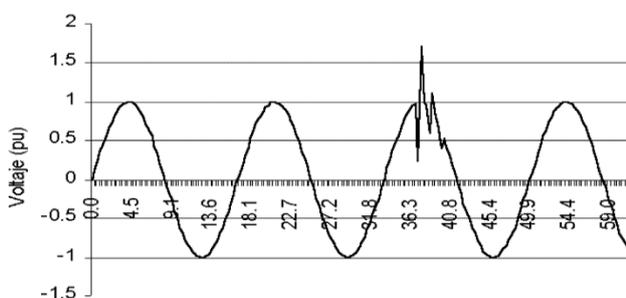


Figura 2.22. Efecto de la tensión al conmutar capacitores

Fuente: (*El Inductor o Bobina y Las Corrientes Continua y Alterna, Factor de Calidad - Electrónica Unicrom, n.d.*)

2.5.4. Efecto de los armónicos

Los armónicos pueden causar tanto como en la maquinaria, cómo en las acometidas eléctricas, nos implica pérdidas de potencia, deterioro de los equipo e instalaciones, es sumamente importante actuar con eficacia en este tema.

Tabla 2.10.

Efectos causados por armónicos

ELEMENTO	PROBLEMA	EFECTO
Conductor	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la corriente • Aumento de pérdidas térmicas (efecto Joule) 	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento cables (deterioro) • Disparo de protecciones
Conductor de Neutro	<ul style="list-style-type: none"> • Circulación armónicos múltiplos de 3 • Retorno por el conductor de neutro 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobreintensidad por el neutro • Calentamiento del neutro • Degradación prematura • Disparo de protecciones
Condensador	<ul style="list-style-type: none"> • Resonancia paralelo con el sistema • Amplificación de los armónicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento condensadores • Envejecimiento prematuro de condensadores • Destrucción de condensadores
Maquinas Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> • Circulación de corrientes armonicas por los devanados y tensiones armónicas en bornes 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre calentamiento y pérdida de aislamiento térmico (efecto Joule) • Aumento pérdidas magnéticas (por Histeresis y Foucault) • Desclasificación (Transformador) • Vibraciones en el eje, desgaste mecánico en rodamientos y excentricidades (motores)
Equipos de Medida y Control	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas no válidas • Errores en procesos de control 	<ul style="list-style-type: none"> • Valores de magnitudes incorrectas • Interferencias con sistemas de comunicación y control • Error en los instantes de disparo de tiristores

Fuente: *(Generalidades Sobre Los Armónicos y Su Influencia En Los Sistemas de Distribución de Energía, n.d.)*

2.5.5. Reducción de los armónicos

En las plantas industriales se establece trabajar con un factor de potencia superior a 0.90 para evitar la penalización por este concepto se recomienda alcanzar valores cercanos a 1, típicamente se ubican en un factor de potencia de 0.92 cómo mínimo para no correr el riesgo de ser multados por la empresa eléctrica, para esto se instala el banco capacitores que provocan resonancias en la 3ra y 16ava armónica.

En una red en la que la proporción de cargas no lineales con relación a la carga total es superior a 10%, no se deben instalar capacitores ya que la distorsión armónica se incrementará provocando problemas en los equipos. Incluso ha sucedido que usuarios que solo tienen cargas lineales, experimentan fallas en sus capacitores y distorsión en voltaje debido a la importación de las armónicas de otros usuarios que se alimentan de la misma red de alta tensión.

En los sistemas eléctricos donde el contenido armónico de las señales está afectando su desempeño, se instalan filtros, con el propósito de reducir la distorsión, aproximando dichas señales a la forma de onda senoidal. Los filtros son equipos cuyo propósito es interactuar con una frecuencia específica o rango de frecuencias de una señal dada, teniendo el mayor impacto cuando se instalan los más cercano posible a las cargas no lineales. (*¿Cómo Eliminar Los Armónicos Eléctricos? 5 Consejos*, n.d.)

2.5.6. Beneficios de los filtros armónicos

- Reducen los armónicos del sistema instalado
- Mejora el consumo de potencia
- Ofrece mejor seguridad a los equipos instalados
- Disminuyen los valores a pagar

2.5.7. Perturbaciones eléctricas

Aquí podemos apreciar la forma de onda senoidal en perfecto estado sin perturbaciones de armónicos.

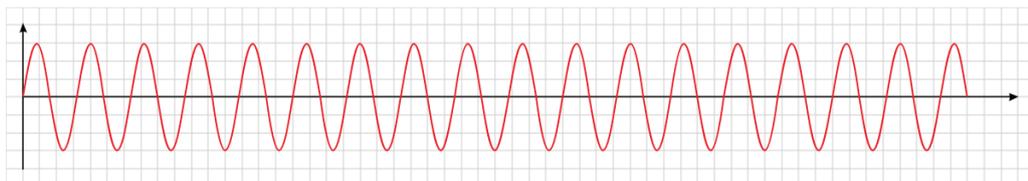


Figura 2.23. Onda de tensión normal
Fuente: Autor

Aquí se puede comparar la forma de onda normal en la tensión pudiéndola comparar con baja tensión, sobretensión, picos de voltaje, interrupciones o más conocido como pestañeos, armónico distorsionando las ondas trifásicas y transferencia de energía por campo magnético ejercido por los conductores.



Figura 2.24. Ondas de tensión con diferentes distorsiones
Fuente: Autor

2.5.8. Valores de distorsión armónica total

$$\% \text{ THDI} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} * 100$$

Donde:

THDI = Distorsión armónica total en corriente expresada en %.

H= Orden de la armónica (a partir de la 2ª componente: 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, etc.).

I_h = Amperes de cada componente armónica.

I₁ = Amperes de componente fundamental (1ª armónica = 60 Hz).

2.5.9. Valor eficaz de V_{rms} y I_{rms}

$$V_{rms} = \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} V_h^2}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^2}$$

Donde:

V_{rms} =Valor de eficaz de tensión, en volts.

I_{rms} =Valor eficaz de corriente, en amperes.

V_h =Volts de cada componente armónica.

I_h = Amperes de cada componente armónica.

CAPÍTULO 3.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Cálculo de demanda

3.1.1. Cálculo de carga etapa recepción silos.

En la tabla 2.11. se detalla el consumo de la carga instalada en el primer bloque del sistema eléctrico con referencia a la etapa de recepción de producto emitida por los silos.

Tabla 2.11.
Carga del bloque 1

CARGA INSTALADA BLOQUE # 1				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	R101	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-5A	3 Kw
2	R102	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-10A	5.5 Kw
3	R103	3C#8+1C#10-CU-TW	3F-20A	11 Kw
4	R104	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3A	1.1 Kw
5	R105	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
6	G201	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
7	G202	3C#500+1C#500-MCM	3F-300A	150 Kw
8	G203	3C#4+1#6-CU-TW	3F-40A	22 Kw
9	G204	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-5A	3 Kw
10	G105	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-10A	5.5 Kw
11	G106	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
12	R201	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	4 Kw
13	R202	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	4 Kw
14	R203	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-15A	7.5 Kw
15	R204	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3A	1.1 Kw
16	R205	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
17	R206	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
			TOTAL	= 225 Kw
			TOTAL PROTECCIÓN	= 3F-400A

Fuente: Autor

3.1.2. Cálculo de carga etapa dosificación.

En la tabla 2.12. se detalla el consumo de la carga instalada en el segundo bloque de nuestro sistema eléctrico con referencia a la etapa dosificación de producto a las líneas de producción a instalar.

Tabla 2.12.
Carga del bloque 2

CARGA INSTALADA BLOQUE # 2				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	S101	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
2	S102	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-7.5A	2.2 Kw
3	S103	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-7.5A	2.2 Kw
4	S104	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
5	S105	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
6	S106	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
7	S107	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
8	S108	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
9	S201	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
10	S202	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
11	S203	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
12	S204	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-7.5A	2.2 Kw
13	S205	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
14	S206	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
15	S207	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
16	S208	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
		TOTAL	TOTAL	= 30 Kw
		TOTAL PROTECCIÓN	TOTAL PROTECCIÓN	= 3F-70A

Fuente: Autor

3.1.3. Cálculo de carga etapa mezclado y molienda.

En la tabla 2.13. se detalla los consumos de la carga instalada en el tercer bloque de nuestro sistema eléctrico con referencia a la etapa de mezclado y molienda de producto.

Tabla 2.13.
Carga del bloque 3

CARGA INSTALADA BLOQUE # 3				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	MZ1	3C#1/0+1C#1/0-CU-TW	3F-100A	30 Kw
2	M102	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-14A	4 Kw
3	M103	3C#8+1C#10-CU-TW	3F-38A	11 Kw
4	G201	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
5	G202	6C#300+1C#300-MCM	3F-400A	200 Kw
6	G203	3C#4+1#6-CU-TW	3F-75A	22 Kw
7	G204	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
8	G205	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-19A	5.5 Kw
9	G301	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
10	G302	3C#500+1C#500-MCM	3F-300A	150 Kw
11	G303	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
12	G304	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
13	G305	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-19A	5.5 Kw
14	4G4F	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
15	SG4	6C#300+1C#300-MCM	3F-400A	200 Kw
16	10G4	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
17	6G4	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
18	7G4	3C#4+1#6-CU-TW	3F-40A	22 Kw
19	11G4	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
			TOTAL	= 682 Kw
			PROTECCIÓN TOTAL	= 3F-1200A

Fuente: Autor

3.1.4. Cálculo de carga etapa pulverizado y mezclado

En la tabla 2.14. se detalla los consumos de la carga instalada en el cuarto bloque del sistema eléctrico con referencia a la etapa pulverizado y mezclado de producto.

Tabla 2.14.
Carga del bloque 4

CARGA INSTALADA BLOQUE # 4				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	G401	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
2	G402	3C#500+1C#500-MCM	3F-300A	150 Kw
3	G403	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
4	G404	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
5	G405	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
6	G406	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
7	G407	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-19A	5.5 Kw
8	04V2-1	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
9	04V2-2	3C#500+1C#500-MCM	3F-300A	150 Kw
10	04V2-3	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
11	08V2	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
12	09V2	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
13	14V2	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
14	10V2	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-19A	5.5 Kw
15	04V3-1	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
16	04V3-2	3C#500+1C#500-MCM	3F-300A	150 Kw
17	04V3-3	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
18	05V3	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
19	09V3	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
20	14V3	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
21	15V3	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
22	7V3	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
23	10V3	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-19A	5.5 Kw
24	M201	3C#4+1#6-CU-TW	3F-75A	22 Kw
25	M202	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-14A	4 Kw
26	M203	3C#8+1C#10-CU-TW	3F-38A	11 Kw
			TOTAL	= 572 Kw
			TOTAL PROTECCIÓN	= 3F-1000A

Fuente: Autor

3.1.5. Cálculo de carga etapa pelletizado.

En la tabla 2.15. se detalla los consumos de la carga instalada en el quinto bloque del sistema eléctrico con referencia a la etapa de pelletizado.

Tabla 2.15.
Carga del bloque 5

CARGA INSTALADA BLOQUE # 5				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	P101	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-19A	5.5 Kw
2	P102	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
3	P103	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
4	P104	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-14A	4 Kw
5	P105	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
6	P106	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
7	P107	3C#250+1C#250-CU-TW	3F-150A	75 Kw
8	P108	3C#250+1C#250-CU-TW	3F-150A	75 Kw
9	P201	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-19A	5.5 Kw
10	P202	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
11	4CP2	3C#4+1#6-CU-TW	3F-75A	22 Kw
12	4DP2-1	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
13	4DP2-2	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
14	4P2-1	3C#250+1C#250-CU-TW	3F-150A	75 Kw
15	4P2-2	3C#250+1C#250-CU-TW	3F-150A	75 Kw
16	4P2-5	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-7.5A	2.2 Kw
17	2P3	3C#10+1C#12-CU-TW	3F-19A	5.5 Kw
18	3P3	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
19	4BP3	3C#4+1#6-CU-TW	3F-75A	22 Kw
20	4BP3-1	3C#250+1C#250-CU-TW	3F-150A	75 Kw
21	4CP3-1	3C#250+1C#250-CU-TW	3F-150A	75 Kw
22	4CP3-2	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
23	4P3-1	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
24	4P3-2	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-7.5A	2.2 Kw
			TOTAL	= 630 Kw
			TOTAL PROTECCIÓN	= 3F-1000

Fuente: Autor

3.1.6. Cálculo de carga etapa acondicionado y enfriamiento.

En la tabla 2.16. se detalla los consumos de la carga instalada en el sexto bloque del sistema eléctrico con referencia a la etapa de pre-acondicionado y enfriamiento de producto.

Tabla 2.16.
Carga del bloque

CARGA INSTALADA BLOQUE # 6				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	P110	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
2	P111	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
3	P210	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
4	P211	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
5	VR	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
6	VH	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-7.5A	2.2 Kw
7	P112A	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
8	P112B	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
9	P113	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
10	P114	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
11	P115	3C#4+1#6-CU-TW	3F-75A	22 Kw
12	P116	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
13	P212A	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
14	P212B	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
15	P213	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
16	P214	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
17	P215	3C#4+1#6-CU-TW	3F-75A	22 Kw
18	P216	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
19	P217	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
20	P218	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
21	P219	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
22	P220	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
23	P221	3C#4+1#6-CU-TW	3F-75A	22 Kw
24	P222	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
			TOTAL	= 100 Kw
			TOTAL PROTECCIÓN	= 3F-200A

Fuente: Autor

3.1.7. Cálculo de carga etapa producto terminado.

En la tabla 2.17. se detalla los consumos de la carga instalada en el séptimo bloque del sistema eléctrico con referencia a la etapa de producto terminado.

Tabla 2.17.
Carga del bloque 7

CARGA INSTALADA BLOQUE # 7				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	P117	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
2	P118	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-7.5A	2.2 Kw
3	P119	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
4	Alim	3C#8+1C#10-CU-TW	3F-38A	11 Kw
5	Gran	3C#6+1C#8-CU-TW	3F-50A	15 Kw
6	TC	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-7.5A	2.2 Kw
7	P120	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
8	P121	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
9	P122	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
10	P123	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
11	P124	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-14A	4 Kw
12	P220	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
13	P221	3C#8+1C#10-CU-TW	3F-38A	11 Kw
14	P222	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
15	P223	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
16	P224	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-14A	4 Kw
17	P225	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-10A	3 Kw
18	P226	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
19	P227	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-3.75A	1.1 Kw
20	P228	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-5A	1.5 Kw
21	P229	3C#12+1C#14-CU-TW	3F-14A	4 Kw
22	B101	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
23	B102	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
24	B201	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
25	B202	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
26	B203	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
27	B204	3C#14+1C#16-CU-TW	3F-2A	0.55 Kw
			TOTAL	= 70 Kw
			TOTAL PROTECCIÓN	= 3F-150A

Fuente: Autor

3.1.8. Cálculo de carga etapa iluminación.

En la tabla 2.18. se detalla los consumos de la carga instalada en el octavo bloque del sistema eléctrico con referencia a la etapa de iluminación.

Tabla 2.18.
Carga del bloque 8

CARGA INSTALADA BLOQUE # 8				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	A1	2C#14+1C#16-CU-TW	2F-10A	1.2 Kw
2	A2	2C#14+1C#16-CU-TW	2F-10A	1.2 Kw
3	A3	2C#14+1C#16-CU-TW	2F-10A	1.6 Kw
4	A4	2C#14+1C#16-CU-TW	2F-10A	1.6 Kw
5	A5	2C#14+1C#16-CU-TW	2F-10A	1.2 Kw
6	A6	2C#14+1C#16-CU-TW	2F-10A	1.2 kw
			TOTAL	= 8 Kw
			TOTAL PROTECCIÓN	= 2F-60A

Fuente: Autor

3.1.9. Cálculo de carga etapa tomacorriente.

En la tabla 2.19. se detalla los consumos de la carga instalada en el noveno bloque del sistema eléctrico con referencia a la etapa de tomacorrientes.

Tabla 2.19.
Carga del bloque 9

CARGA INSTALADA BLOQUE # 9				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	T1	2C#12+1C#14-CU-TW	2F-30A	6.6 Kw
2	T2	2C#12+1C#14-CU-TW	2F-30A	6.6 Kw
3	T3	2C#12+1C#14-CU-TW	3F-15A	3.3 Kw
4	T4	2C#12+1C#14-CU-TW	3F-15A	3.3 Kw
			TOTAL	= 20 Kw
			TOTAL PROTECCIÓN	= 3F-90A

Fuente: Autor

3.1.10. Cálculo de carga total de las etapas

En la tabla 2.20. se detalla el consumo de la carga total instalada.

Tabla 2.20.
Carga total

CARGA INSTALADA TOTAL				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	BLOQUE 1	3C#400+1C#400-MCM	3F-400A	225 Kw
2	BLOQUE 2	3C#4+1C#4-CU-TW	3F-70A	30 Kw
3	BLOQUE 3	9C#400+3C#400-MCM	3F-1200A	682 Kw
4	BLOQUE 4	6C#500+2C#500-MCM	3F-1000A	572 Kw
5	BLOQUE 5	6C#500+2#500-MCM	3F-1000A	630 Kw
6	BLOQUE 6	3C#1+1C#1-MCM	3F-100A	100 Kw
7	BLOQUE 7	3C#4+1C#4-MCM	3F-70A	70 Kw
8	BLOQUE 8	3C#4+1C#6-CU-TW	3F-60A	8 Kw
9	BLOQUE 9	3C#2+1C#4-CU-TW	3F-90A	20 Kw
			POTENCIA TOTAL	= 2337 Kw
			PROTECCION TOTAL	3F-4000A

Fuente: Autor

3.1.11. Cálculo del transformador y conductor en baja tensión.

En la tabla 2.21. se detallala capacidad del transformador.

Tabla 2.21.
Carga total instalada

CARGA INSTALADA TOTAL				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	POTENCIA
1	Transformador	24C#500+8C#500- MCM	3F-4000A	2,5MVA

Fuente: Autor

3.1.12. Cálculo del conductor en media tensión.

En la tabla 2.22. se detalla el conductor de la carga total instalada.

Tabla 2.22. conductor de media tensión

CONDUCTOR EN MEDIA TENSION				
#	DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR	VOLTAJE	Corriente
1	Conductor	3C#4/0+1C#4/0- CU-TW	13.800	168 A

Fuente: Autor

3.1.13. Conductor y protección de motores.

Para realizar el cálculo del conductor de la acometida de los motores se tomó el siguiente criterio:

I del conductor = $1,25 \times I$ nominal del motor teniendo en cuenta la distancia de la acometida y luego buscamos en la respectiva tabla de conductores.

Para realizar el cálculo del breaker de motores se tomó el siguiente criterio:

I diseño = $1,5 \times I$ nominal.

3.1.14. Conductor y protección del tablero de distribución a los bloques.

Para realizar el cálculo del conductor del bloque al tablero de distribución principal se tomó el siguiente criterio:

I diseño = $(I_{max} \times 1,25) + \sum$ de demás I nominales.

3.1.15. Celda de media tensión.

La celda de media tensión se complementará de la siguiente forma:

- I diseño = $(1,5 \times I$ nominal máx.) + \sum de I nominales.
- Barras de 13,2KV
- Seccionador con fusibles trifásico
- Mecanismo con conexión y desconexión de manual/automático

3.1.16. Banco de transformador estimado

Al realizar el cálculo del transformador se tomó el siguiente criterio:

Demanda requerida = Potencia total por el factor de coincidencia a lo que agregamos 20% de sostenibilidad, luego se busca en un manual o catálogo de transformadores para elegir el indicado.

SE NECESITA UN TRANSFORMADOR CON UNA CAPACIDAD DE 2MVA

3.1.17. Cálculo del número de varillas.

$$Nv=0.6*\sqrt{At}$$

Donde:

Nv: Número de varillas

At: Área total

Reemplazamos los valores conocidos del terreno del edificio de 3200 m²

$$Nv=0.6*\sqrt{3200}$$

$$N=33.94 \text{ Varillas}$$

Redondeando el valor de nuestro resultado tenemos un total de 34 varillas a instalar en nuestro sistema de puesta a tierra.

3.1.18. Cálculo del conductor de la puesta a tierra.

Mediante la Tabla 2. 9. Ubicada en la sección 2.3.6. Se puede establecer que nuestro conductor para el sistema de puesta a tierra es de 1200 KCMIL

3.2. Corrección del factor de potencia.

Se busca corregir el factor de potencia y para eso primero se tomó la potencia actual del sistema.

$$I = P / (\sqrt{3}*V*\text{Cos}\varphi)$$

$$I = 2337\text{Kw} / (\sqrt{3} * 460 * 0.78)$$

$$I = 3760 \text{ A}$$

Con el valor de la corriente se encontró la potencia aparente

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

$$S = \sqrt{3} \cdot 460 \cdot 3760 \text{ Kw}$$

$$S = 2995 \text{KVA}$$

Al tener la Potencia aparente se puede obtener la potencia reactiva mediante la siguiente fórmula.

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

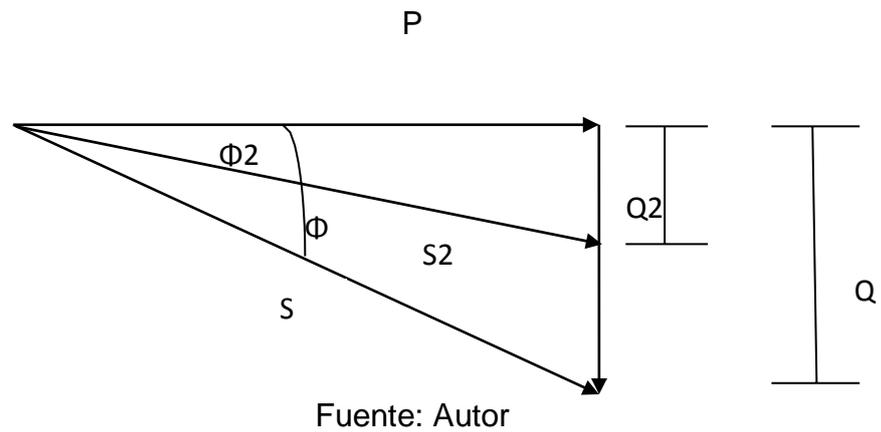
$$Q^2 = S^2 - P^2$$

$$Q = \sqrt{(2995 \text{KVA})^2 - (2337 \text{KVA})^2}$$

$$Q = 1873 \text{KVAR}$$

Para calcular el nuevo factor de potencia se debe calcular la nueva potencia aparente, como se muestra en la siguiente Figura 3.1.

Figura 3.1.
Corrección del factor de potencia



Para calcular la S nueva tenemos la siguiente formula:

$$S_n = P / F_p \text{ deseado}$$

$$S_n = 2337\text{Kw} / 0.92$$

$$S_n = 2540\text{KVA}$$

3.2.1. Carga reactiva a inyectar

Al encontrar la corriente aparente ya se puede encontrar la potencia reactiva del circuito eléctrico.

$$Q_n \text{ elv2} = ((S \text{ elv2}) - (P \text{ elv2}))$$

$$Q_n = \sqrt{ ((2540\text{KVA} \text{ elv2}) - (2337\text{Kw} \text{ elv2}))}$$

$$Q_n = 995\text{KVAr}$$

Con la siguiente fórmula se encontró el valor restante de la potencia reactiva para así poder obtener la carga de los capacitores.

$$Q_c = Q \text{ actual} - Q \text{ deseada}$$

$$Q_c = 1873\text{KVAr} - 995\text{KVAr}$$

$$Q_c = 878\text{KVAr}$$

Para expresar el resultado en microfaradio se tiene la siguiente fórmula:

$$C \text{ uf} = Q_c / (V \text{ elv}^2 * 2 \pi * 60 \times 10 \text{ elv}^{-6})$$

$$C \text{ uf} = 878\text{KVAr} / (460 \text{ elv}^2 * 2 \pi * 60 \times 10 \text{ elv}^{-6})$$

$$C \text{ uf} = 11000$$

En el mercado se encuentra capacitores de 100 uf, por lo que el banco de capacitores se necesitara instalar 110 capacitores.

3.2.2. Cálculo de la nueva corriente

Se sabe que la corriente anterior es de 3760 A, con la siguiente fórmula se obtuvo la nueva corriente nominal una vez corregido el factor de potencia.

$$I = P / (\sqrt{3} * V * \text{Cos}\phi)$$

$$I = 2337\text{Kw} / (\sqrt{3} * 460 * 0.92)$$

$$I = 3188 \text{ A}$$

3.2.3. Cálculo de protección del banco de capacitores

Se tomarán los siguientes datos:

- 110 capacitores

- 33 amperios por consumo individual

Entonces se tuvo una carga de 3630 A para lo cual, se necesitó una protección de 4000 A para el tablero del banco de capacitores.

3.3. Presupuesto eléctrico estimado para la instalación de las tres líneas de producción.

3.3.1. Presupuesto 1

En la siguiente tabla se detalla los conductores que fueron usados en el proyecto.

Tabla 3.1.
Presupuesto

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LAS 3 LINEAS DE PRODUCCION					
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
1	Conductor # 2 AWG 15Kv	150	Metro	27,47	4120,5
2	Conductor # 12-CU-TW	1200	Metro	1,5	1800
3	Conductor # 10-CU-TW	1000	Metro	2,2	2200
4	Conductor # 8-CU-TW	800	Metro	15,68	12544
5	Conductor # 14-CU-TW	2200	Metro	1,2	2640
6	Conductor # 500-MCM	600	Metro	72	43200
7	Conductor # 4-CU-TW	120	Metro	22	2640
8	Conductor # 1/0-CU-TW	120	Metro	34	4080
9	Conductor # 300-MCM	230	Metro	55	12650
10	Conductor # 6-CU-TW	160	Metro	28	4480
11	Conductor # 1-CU-TW	80	Metro	30	2400
12	Conductor # 18 AWG	1500	Metro	15,68	23520

Fuente: Autor

3.3.1. Presupuesto 2

En la siguiente tabla se detalla transformador, disyuntor, motor que fue usado en el proyecto y al final se muestra el valor total del presupuesto 1 y 2.

Tabla 3.2.
Presupuesto

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LAS 3 LINEAS DE PRODUCCION					
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
13	Transformador monofásico 125KVA	3	Und	18350	55050
14	Disyuntor trifásico de 100 A	4	Und	225	900
15	Disyuntor trifásico de 75 A	15	Und	200	3000
16	Disyuntor trifásico de 250 A	10	Und	420	4200
17	Disyuntor trifásico de 60 A	5	Und	160	800
18	Disyuntor trifásico de 500 A	10	Und	600	6000
19	Disyuntor trifásico de 2500 A	2	Und	1400	2800
20	Disyuntor trifásico de 2000 A	1	Und	1100	1100
21	Motor 1,5 KW 440 3Ø 1800 rpm	30	Und	300	9000
22	Motor 1,1 KW 440 3Ø 1800 rpm	20	Und	280	5600
23	Motor 22 KW 440 3Ø 3600 rpm	5	Und	2400	12000
23	Motor 11 KW 440 3Ø 1800 rpm	18	Und	1300	23400
25	Motor 7,5 KW 440 3Ø 1700 rpm	12	Und	720	8640
26	Motor 3 KW 440 3Ø 1700 rpm	8	Und	530	4240
27	Motor 75 KW 440 3Ø 1720 rpm	6	Und	6700	40200
28	Motor 15 KW 440 3Ø 1800 rpm	5	Und	1635	8175
29	Motor 0,55 KW 440 3Ø 1800 rpm	50	Und	186	9300
30	Motor 2,2 KW 440 3Ø 1800 rpm	8	Und	387	3096
31	Motor 4 KW 440 3Ø 1800 rpm	3	Und	569	1707
32	Tablero con banco de condensadores	3	Und	6300	18900
33	Tablero principal de disyuntores	1	Und	8600	8600
34	Tablero auxiliar de bloques	10	Und	12000	120000
35	Luminarias del edificio #1	64	Luminarias	27,35	1750,4
36	Toma corrientes de servicios generales	38	TC y clavijas	92,11	3500,18
TOTAL					485942,08

Fuente: Autor

CAPÍTULO 4.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Al concluir el primer objetivo específico, se cumple la disposición de realizar los respectivos cálculos de demanda de cada bloque de carga, de esta manera se obtiene el número de conductores, capacidad de Breaker, capacidad del transformador, capacidad del Breaker principal, además de realizar la corrección del factor de potencia para reducir las caídas de tensión y costos de facturación en la planilla eléctrica. De esta forma se abre paso para que los demás objetivos específicos sean realizados.

Con los datos adecuados, se realizó en AutoCAD el diagrama unifilar de las tres líneas de producción para la elaboración de alimento para camarón, el diagrama se adjuntará en los anexos de este trabajo de titulación en conjunto con el flujograma donde se podrá apreciar el proceso de producción.

Como último objetivo se elaboró el presupuesto estimado de los equipos que serán instalados, dando a conocer el precio y el total de lo que costará los materiales y equipos a instalar.

Se concluye que el presente trabajo de titulación garantizará el correcto funcionamiento de los equipos en cada una de las etapas mencionadas durante el desarrollo del tema, también se obtendrá una mejora en la potencia, al momento que el banco de capacitores entre en ejecución cuando las líneas de producción estén en funcionamiento.

4.2. Recomendaciones

Cabe mencionar que, para el cálculo de carga realizado, el transformador nos da una capacidad de 2,5 MVA, se recomienda estimar un 35% más de capacidad para instalaciones de equipos que se quieran realizar a futuro, dando como resultado la recomendación, instalar un transformador de 3.5 MVA.

Se recomienda seguir la nomenclatura inscrita en los motores para no llegar a una confusión a la hora de realizar los mantenimientos correctivos y preventivos, mencionado esto, los contratistas que vayan a ser seleccionados para realizar el cableado deben conocer dichos datos.

Al ejecutante del trabajo de titulación, se recomienda seguir paso a paso los estudios que se realizaron, para así lograr la culminación del objetivo con excelentes resultados.

REFERENCIAS

- Ahiman, O. V. (Junio de 2022). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182022000400034&script=sci_arttext
- alcántara, K. (26 de enero de 2023). Obtenido de <https://eldinero.com.do/219628/la-produccion-global-de-alimento-balanceado-decrece-un-0-4-entre-2021-y-2022/#:~:text=En%202022%2C%20la%20producci%C3%B3n%20de,sector%20agroalimentario%E2%80%9D%2C%20elaborado%20por%20la>
- Auticom. (2017). Obtenido de <https://www.autycom.com/que-es-un-arrancador-suave/#:~:text=Un%20arrancador%20suave%2C%20es%20un,el%20tiempo%20y%20los%20recursos.>
- capacitacion tecnica. (2 de mayo de 2023). Obtenido de <https://capacitaciontecnica.com.ar/2019/11/09/como-funciona-un-motor-electrico/>
- casares, j. (18 de febrero de 2018). Obtenido de <https://josecasares.com/como-leer-la-placa-de-un-motor/>
- coparoman. (24 de junio de 2014). Obtenido de <https://coparoman.blogspot.com/2014/06/corriente-de-arranque-de-motores.html>
- Durán, J. P. (1999). Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=circuitos+monofasicos&btnG=#d=gs_qabs&t=1683055118963&u=%23p%3DtXFu540Jna4J
- electricaplicada. (mayo de 2018). Obtenido de <https://www.electricaplicada.com/disenio-electrico-para-una-vivienda-casa/>
- Equipo de generacion electrica. (Agosto de 2022). Obtenido de <https://www.simbologia-electronica.com/simbolos-electricos-electronicos/simbolos-electricos.htm>
- home center. (2022). Obtenido de <https://www.mndelgolfo.com/blog/reportaje/que-es-una-acometida-electrica/>
- Honsberg, c. (2013). Obtenido de [https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/4-operaci%C3%B3n-de-c%C3%A9lula-solar/corriente-de-cortocircuito#:~:text=La%20corriente%20de%20cortocircuito%20es,c%C3%A9lula%20solar%20est%C3%A1%20en%20cortocircuito\).](https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/4-operaci%C3%B3n-de-c%C3%A9lula-solar/corriente-de-cortocircuito#:~:text=La%20corriente%20de%20cortocircuito%20es,c%C3%A9lula%20solar%20est%C3%A1%20en%20cortocircuito).)

in capacitacion y normativas. (29 de enero de 2020). Obtenido de <https://www.ms-ingenieria.com.mx/capacitacion-y-normativas/conceptos-basicos-de-electricidad/>

inducom. (2022). Obtenido de https://inducom-ec.com/?utm_term=motorreductor&utm_campaign=2021%7CECUADOR%7CSEM%20AON%7CTRAFICO%20SITIO%20WEB&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=1085836843&hsa_cam=12008370715&hsa_grp=117322697418&hsa_ad=513970853997&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-16309371

jhonatan lamiña. (19 de enero de 2022). Obtenido de <https://jhonatanlamina.com/arranque-directo-de-un-motor-ac/>

Naturaleza y aplicaciones. (2008). Obtenido de <https://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica/Tema%204.htm>

schneider. (2022). Obtenido de <https://www.electropersa.com.mx/pdf/GUARDAMOTOR%20GV2%20DE%20.63%20A%2065%20AMPS.pdf>

Serintu. (s.f.). Obtenido de <https://www.serintu.com/motorreductores/>

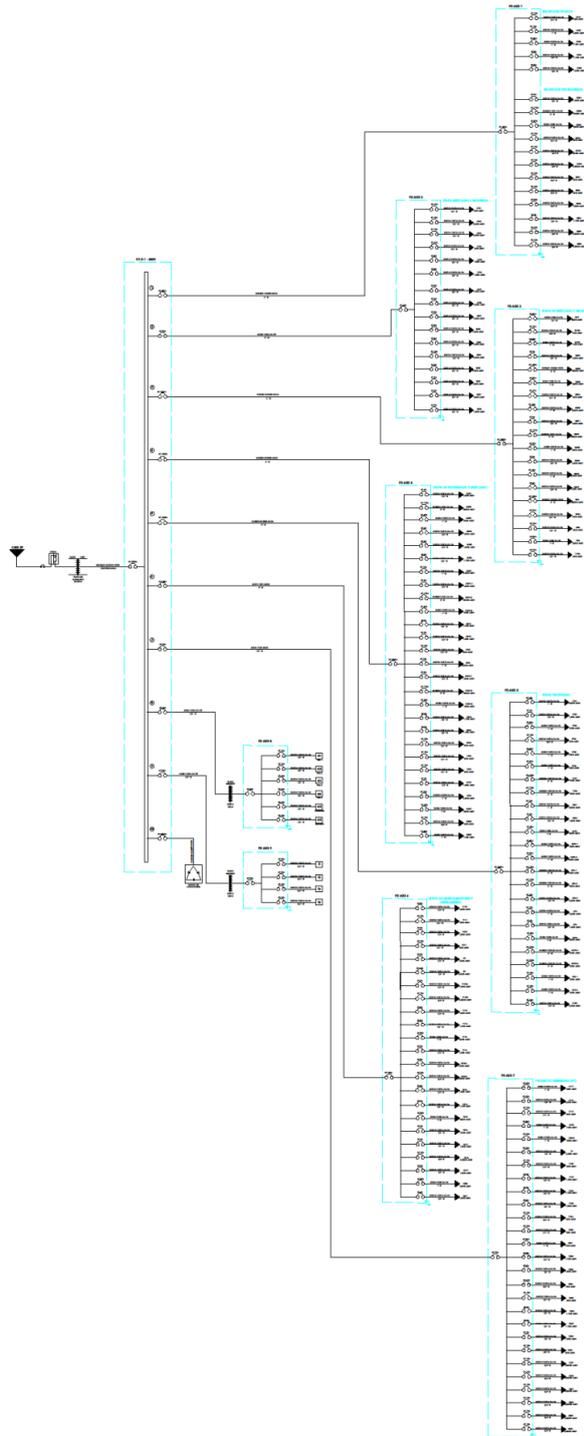
siemens. (2023). Obtenido de <http://www.inmaelectro.com/productos/siemens/arrancadores-suaves/536/exigente-sirius-3rw44/>

Solarplak. (2016). Obtenido de <https://solarplak.es/energia/que-es-la-corriente-trifasica/>

soler palau. (7 de junio de 2020). Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/>

Vilariño, J. L. (2013). Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=corriente+nominal&btnG=#d=gs_qabs&t=1683055332344&u=%23p%3DFn76CB2b1BwJ

Anexo B. Diseño del diagrama unifilar





DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Coloma Piloza Sergio Ricardo** con C.C: # 0925817900 autor del trabajo de titulación: **Diseño del sistema eléctrico de media y baja tensión para la implementación de tres líneas de producción de alimento para camarón en la fábrica PACAGRI S.A. ubicada en el cantón Durán**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico** 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, **14 de febrero** de **2023**

f. 
COLOMA PILOZO SERGIO RICARDO

Nombre: **Coloma Piloza Sergio Ricardo**

C.C: **0925817900**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"Diseño del sistema eléctrico de media y baja tensión para la implementación de tres líneas de producción de alimento para camarón en la fábrica PACAGRI S.A. ubicada en el cantón Durán"		
AUTOR(ES)	Coloma Piloza Sergio Ricardo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Heras Sánchez Miguel Armando		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico Mecánico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de febrero del 2023	No. DE PÁGINAS:	61
ÁREAS TEMÁTICAS:	Diseño, industrial, producción		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Producción, diseño, alimento, factor de potencia, empresa, clientes		

RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): En la empresa PACAGRI S.A. ubicada en la provincia del Guayas, en el cantón Durán, en la vía Duran Tambo KM 6 ½, empresa que se dedica a la elaboración de alimento para camarón, pensando a futuro la empresa quiere incrementar las líneas de producción para elevar la cuota mensual de toneladas producidas para cumplir con las expectativas de los clientes. Para llevar a cabo el objetivo del proyecto, se ha propuesto realizar el diseño eléctrico de media y baja tensión para la construcción de tres líneas nuevas de producción. Con los estudios realizados en la carrera de Ingeniería Eléctrica Mecánica y la experiencia obtenida en las diferentes empresas, se realizará el diseño del diagrama unifilar para obtener el cálculo de demanda y corrección del factor de potencia, además de esto se elaborará un presupuesto estimado de lo que costará los equipos y materiales a instalar. La preparación de este documento está conformado por el problema de la instigación, fundamentos teóricos, desarrollo del tema y conclusiones.

ADJUNTO PDF:	SI	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0996645279	E- mail:sergiopiloza@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo MGS	
	Teléfono: +593-995147293	
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	