

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON  
MENCION EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

**TEMA:**

Estudio e Implementación del Sistema de Sincronización de Tres Generadores Eléctricos con la Red Pública de CNEL para una Fábrica de Harina de Pescado en Chanduy, Provincia de Santa Elena

**AUTOR:**

**Barco López José Luis**

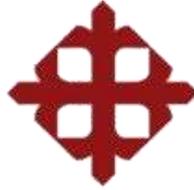
**Trabajo de titulación previo la obtención del título de  
Ingeniero en Eléctrico Mecánica**

**TUTOR:**

Bohórquez Escobar Celso Bayardo, M. SC.

Guayaquil, Ecuador

2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN  
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

### **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **BARCO LOPEZ JOSÉ LUIS**, como requerimiento para la obtención de Título de INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

### **TUTOR**

---

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, M.Sc.

### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

Ing. Heras Sánchez Miguel Armando, M.Sc.

Guayaquil, 12 de septiembre del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN  
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **BARCO LÓPEZ JOSÉ LUIS**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación: **Estudio e implementación del sistema de sincronización de tres generadores eléctrico con la red pública de CNEL para una fábrica de harina de pescado en Chanduy, Provincia de Santa Elena**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**, 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. Consecutivamente 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, 12 de septiembre del 2019**

**EL AUTOR**

---

**BARCO LOPEZ JOSÉ LUIS**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN  
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

## AUTORIZACIÓN

Yo, **BARCO LÓPEZ JOSÉ LUIS**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación: **Estudio e implementación del sistema de sincronización de tres generadores eléctricos con la red pública de CNEL para una fábrica de harina de pescado en Chanduy, Provincia de Santa Elena**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

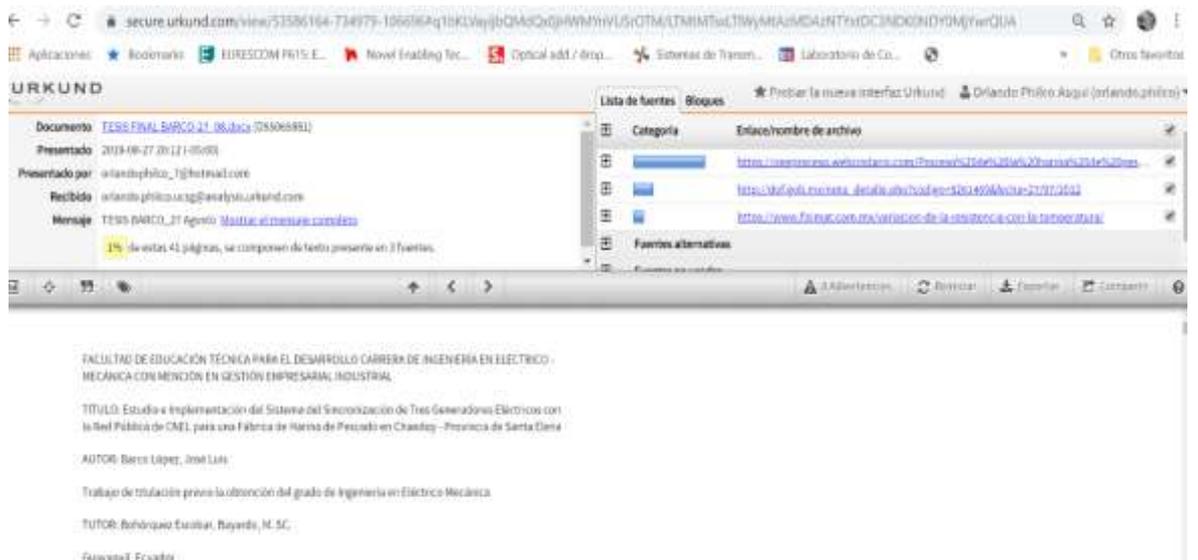
Guayaquil, 12 de septiembre del 2019

EL AUTOR

---

Barco López José Luis

## REPORTE URKUND



The screenshot shows the Urkund web interface. The document being analyzed is 'TESIS FINAL SHRCO 21\_08.docx' (ID: 055068931), presented on 2019-08-27. The author is listed as 'Bares López, José Luis'. The title of the work is 'Estudio e implementación del Sistema del Sincronización de Tres Generadores Eléctricos con la Red Pública de CNEL para una Fábrica de Harina de Pescado en Chanduy - Provincia de Santa Elena'. The analysis shows a 1% coincidence rate across 41 pages. A sidebar on the right displays a 'Lista de fuentes' (List of sources) with three entries, each with a category and a URL.

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO - MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

TÍTULO: Estudio e implementación del Sistema del Sincronización de Tres Generadores Eléctricos con la Red Pública de CNEL para una Fábrica de Harina de Pescado en Chanduy - Provincia de Santa Elena

AUTOR: Bares López, José Luis

Trabajo de titulación previo la obtención del grado de Ingeniería en Eléctrico Mecánica

TUTOR: Robinson Escobar, Ricardo, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

Reporte Urkund del trabajo de titulación de Ingeniería Eléctrico- Mecánica denominado: **“Estudio e Implementación del Sistema de Sincronización de Tres Generadores Eléctricos con la Red Pública de CNEL para una Fábrica de Harina de Pescado en Chanduy, Provincia de Santa Elena** realizado por **Barco López José Luis**, una vez realizado el análisis anti plagio, el resultado indica 1% de coincidencias.

Atentamente.

MSc. Orlando Philco A.

Revisor

## AGRADECIMIENTO

A Dios supremo, creador de todas las maravillas que nos rodean, que nos dio el regalo de la vida y que nos permite con fe seguir adelante. A mis familiares, que de una u otra manera me han permitido estar en constante crecimiento personal y con su abrigo estaré escalando un peldaño más en mi vida profesional.

A mis verdaderos compañeros de estudio y porque no decir de lucha estudiantil, porque cada día se convirtió en un reto continuar en el aprendizaje, evolucionar con ellos y lograr una meta más. A mis maestros y profesores, que han tenido la entereza de compartir sus enseñanzas para continuar en la lucha constante del aprendizaje y profesionalismo.

Para concluir, al Ing. Daniel Del Hierro, al Tecnólogo Cosme Cabrera, a mis amigos de la vida esos personajes anónimos que no teniendo un nombre me han permitido crecer y aprender en esta cárcel de cemento llamada vida. Ustedes merecen ser nombrados como héroes anónimos que me han formado en silencio y permitieron entender lo que los libros no enseñan.

El Autor

## **DEDICATORIA**

A mi madre, donde quiera que se encuentre sigue siendo MI INSPIRACIÓN Y FORTALEZA, a ese ser maravilloso que siempre creyó en mis ideales, en mis metas y objetivos. Que con el solo hecho de escucharme y ver mi cara sabia mis tribulaciones y perturbaciones. Que confió en cada paso que daba y sabia de la sinceridad de mis palabras y actos.

A mi esposa, fuente inagotable de amor y paciencia. Que a pesar de las grandes dificultades que nos puso la vida por delante, supo contribuir y apoyar incondicionalmente en mis sueños y metas.

A mis adorados hijos. Que gracias a ellos me impulso a continuar en búsqueda de mis ideas y dejar en un legado de amor, constancia y perseverancia. Aunque ya son adultos y muy pronto serán grandes profesionales, siempre tendrá a este su amigo para seguir en constante evolución.

Con gratitud hasta la eternidad.

El Autor



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN  
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ING. ROMERO PAZ MANUEL DE JESÚS, M.Sc.**

DECANO

---

**ING. LUIS ORLANDO PHILCO ASQUI, M.Sc.**

COORDINADOR DE TITULACIÓN

---

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

OPONENTE

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	VI
DEDICATORIA .....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
CAPÍTULO I.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Tipo de Investigación.....	4
1.6 Metodología.....	4
CAPÍTULO II: .....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Generadores Eléctricos .....	5
2.1.1 Criterios técnicos para la selección de los grupos electrógenos .....	6
2.2 Partes de un Generador Eléctrico .....	7
2.3 Sistema de conexiones .....	8
2.4. Operación de generadores en Paralelo .....	9
2.4.1 Ventajas de la operación de generadores en Paralelo.....	9
2.4.2 Sincronización de Generadores .....	10
2.5. Técnicas de sincronismo .....	14
2.5.1 Estrategias para variar la frecuencia.....	14
2.5.2 Sistemas de control de voltaje. ....	14

2.6	Sistemas de transferencias eléctricas .....	15
2.6.1	Sistemas Automáticos de Transferencias.....	15
2.6.2	Transferencia entre dos fuentes diferentes.....	16
2.7	Breakers Eléctricos .....	19
2.7.1	Concepto de Breakers o interruptores termo magnéticos .....	19
2.7.2	Tipos de interruptores termo magnéticos.....	20
2.7.3	Por su uso y nivel de voltaje.....	21
2.7.4	Curva de desconexión de un breakers .....	21
2.7.5	Disyuntores .....	22
2.8.	Tableros Eléctricos .....	26
2.8.1	Tipos de tableros eléctricos .....	27
2.9	Transformadores: .....	28
2.9.1	Tipos de Transformadores .....	29
2.10.	ComAp .....	31
2.11	Controladores para aplicaciones de grupos electrógenos individuales .....	32
2.11.1	Controlador InteliNano: .....	32
2.11.2	InteliLite Controladores Aplicación MRS (Manual and Remote Start): .....	33
2.11.3	InteliLite Controladores Application AMF (Automatic Start on Mains Failuret): .....	33
2.12	Controladores para aplicaciones de grupos electrógenos en paralelo y red principal. .....	34
2.12.1	Controlador de supervisión de la unidad base InteliMains NT Base Box: .....	34
2.12.2	Controlador complejo de generación paralela con pantalla a color desmontable InteliGen NT Base Box:.....	36
2.12.3	Unidad de pantalla a color de 5.7” con interfaz CAN bus: .....	37
2.12.4	Internet Bridge – NT: .....	39
2.12.5	Clave de hardware para compartir carga y administración de energía IGS-NT- LSM PMS:.....	40
2.12.6	Transformador de la fuente de alimentación para módulo IG-AVRi: .....	41
<b>CAPÍTULO III:</b> .....		<b>42</b>
<b>LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE CARGAS</b> .....		<b>42</b>
3.1.	Etapas en el proceso de elaboración de harina de pescado.....	42
3.1.1.	Desembarque de pesca o chata .....	42

3.1.2. Recepción de materia prima o pesca .....	43
3.1.3. Área de Calderos o generación de vapor .....	44
3.1.4. Cocinas o área de cocción .....	45
3.1.5. Prensas o Prensado de humedad .....	46
3.1.6. Pre-secado a vapor .....	47
3.1.7. Secador rotativo .....	48
3.1.8. Secador rotadiscos.....	49
3.1.9. Secador rotatubos 1 y 2.....	50
3.1.10. Molinos de martillo .....	51
3.1.11. Envasado o ensaque.....	52
3.1.12. Áreas administrativas, talleres y bodegas .....	53
3.2. Distribución de la potencia eléctrica en la planta.....	53
<b>CAPÍTULO IV:</b> .....	<b>57</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA Y CONSIDERACIONES</b> <b>TÉCNICAS/OPERATIVAS .....</b>	<b>57</b>
4.1. Introducción.....	57
4.2. Estructura del sistema de secado (SRI).....	58
4.3. Ventajas de los secadores SRI Enercom. ....	58
4.4. Esquema general del nuevo sistema implementado. ....	59
4.4.1. Cuando la pesca sea en poca cantidad. ....	61
4.4.2. Cuando la pesca sea en mediada y grandes cantidades. ....	62
4.4.3. Cuando exista algún daño o fallas de los generadores #1 o # 2.....	63
4.4.4. Cuando exista algún daño o falla de los generadores # 1 y 2.....	64
4.4.5 Fallas en la red de suministro eléctrico.....	65
4.5. Modos de operación del sistema de sincronización y transferencia de energía eléctrica.....	66
4.5.1. Modo manual.....	66
4.5.2. Modo automático. ....	66
4.6. Cuarto de tableros de sincronización .....	67
4.6.1 Controlador InteliGen NT ComAp para sincronización con generador # 1.....	68
4.6.2 Controlador InteliGen NT ComAp para sincronización con generador # 2.....	69
4.6.3 Controlador InteliGen NT ComAp para sincronización con generador # 3.....	69

4.6.4 Controlador InteliMain NT ComAp para sincronización con transformador de 850 kva. ....	70
4.7. Cuarto de Generadores.....	71
4.8. Cuarto de los tableros tipos MCC de las nuevas líneas de Aire caliente (SRI) .....	72
4.8.1 Arrancadores electrónicos suaves o partidores suaves .....	74
CONCLUSIONES .....	76
RECOMENDACIONES .....	77
ANEXOS .....	78
Anexo 1: Diagrama unifilar de sistema antiguo de producción y generación .....	78
Anexo 2: Vista general del proyecto completo implementado .....	79
Anexo 3: Vista frontal general del proyecto completo .....	80
Anexo 4: Diagrama de conexiones generales de los sistemas de control del ComAp a los Generadores.....	81
Anexo 5: Diagrama de conexiones de los sistemas de control del ComAp a los Generadores.....	82
Anexo 6: Diagrama de físico del tablero de sincronización .....	83
Anexo 7: Diagrama de físico del tablero MCC de la línea de aire caliente # 1 .....	84
Anexo 7.1: Diagrama de físico interno del tablero MCC de la línea de aire caliente # 1.....	85
Anexo 8: Diagrama de físico del tablero MCC de la línea de aire caliente # 2. ....	86
Anexo 8.1: Diagrama de físico interno del tablero MCC de la línea de aire caliente # 2.....	87
Anexo 9: Diagrama unifilar eléctrico del sistema instalado .....	88
Bibliografía .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

Figura 2. 1 Generador eléctrico.....	5
Figura 2. 2 Partes de un generador eléctrico .....	7
Figura 2. 3 Conexión estrella de un generador Eléctrico .....	8
Figura 2. 4 Conexión delta de un generador eléctrico .....	8
Figura 2. 5 Comparación de voltajes con la red .....	11
Figura 2. 6 Sincronización de un generador monofásico con la barra infinita. ....	12
Figura 2. 7 Desigualdad de secuencias de fases.....	13
Figura 2. 11 Diagrama eléctrico y tabla de estados de una transferencia a transición cerrada.....	18
Figura 2. 12 Diagrama eléctrico y tabla de estados de una transferencia a transición abierta.....	18
Figura 2. 13 Breakers de potencia de caja abierta Sentron3WL.....	20
Figura 2. 14 Curva de desconexión de un breakers .....	22
Figura 2. 15 Clasificación de los disyuntores atendiendo a su intensidad nominal...	23
Figura 2. 16 Curva de energía específica pasante y selectividad.....	25
Figura 2. 17 Tablero de control.....	28

### CAPÍTULO 3

Figura 3. 1 . Diagrama de proceso .....	42
Figura 3. 2 Chata pesquera.....	43
Figura 3. 3 Área de calderos .....	45
Figura 3. 11 Envasado.....	52

### CAPÍTULO 4

Figura 4. 1 Diagrama de proceso .....	57
---------------------------------------	----

Figura 4. 2 Esquema general del Sistema de sincronismo .....	59
Figura 4. 3 Diagrama en bloque .....	60
Figura 4. 4 Sistema de sincronismo entre un generador y empresa eléctrica .....	62
Figura 4. 5 Sistema de sincronismo entre dos generadores .....	63
Figura 4. 6 Sistema de sincronismo entre generador stand by y G# 1 o G#2 .....	64
Figura 4. 7 Sistema de sincronismo entre generadores stand by y la Empresa eléctrica .....	65
Figura 4. 8 Cuarto del Sistema de sincronización.....	68
Figura 4. 9 Tablero del Sistema de sincronización G#1 .....	68
Figura 4. 10 Tablero del Sistema de sincronización G#2 .....	69
Figura 4. 11 Tablero del Sistema de sincronización G#3 .....	70
Figura 4. 12 Sistema de sincronización con sistema eléctrico del transformador de 850 kva.....	71
Figura 4. 13 Cuarto de generadores .....	72
Figura 4. 14 Cuarto eléctrico MCC de Líneas de aire caliente .....	72
Figura 4. 15 Arrancador suave Danfoos Modelo MCD 3000.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

### Capítulo 2

Tabla 2. 1 Tipos de transformadores .....	29
---	----

### Capítulo 3

Tabla 3. 1: Potencia de equipos en recepción de pesca a 220 V .....	43
Tabla 3.2: Potencia de equipos en recepción de pesca a 440 V .....	44
Tabla 3.3: Potencia calderos y Generación de vapor a 220 V .....	44
Tabla 3. 4: Potencia calderos y Generación de vapor a 440 V .....	44
Tabla 3. 5: Potencia calderos y Generación de vapor a 220 V .....	45
Tabla 3. 6: Potencia calderos y Generación de vapor a 440 V .....	46
Tabla 3. 7: Potencia de prensas y bombas de caldo a 220 V .....	47
Tabla 3. 8: Potencia de prensas y bombas de caldo a 440 V .....	47
Tabla 3. 9: Potencia de pre-secador a 440 V .....	48
Tabla 3. 10: Potencia de secador rotativo a 220 V .....	48
Tabla 3. 11: Potencia de secador rotativo a 440 V .....	49
Tabla 3. 12: Potencia de secador rotadisco a 440 V. ....	49
Tabla 3. 13: Potencia de secador rotatubos a 440 V. ....	50
Tabla 3. 14: Potencia de molinos de martillo a 440 V .....	51
Tabla 3. 15: Potencia de envasado o ensaque a 220 V .....	52
Tabla 3. 16: Potencia de envasado o ensaque a 440 V .....	52
Tabla 3. 17: Potencia de área administrativa, talleres y bodegas a 220 V .....	53
Tabla 3. 18: Potencia a 220 V por áreas del Generador # 1 .....	54
Tabla 3. 19: Potencia a 440 V por áreas del Generador # 1 .....	54
Tabla 3. 20: Potencia a 220 V por áreas del Generador # 2 .....	55
Tabla 3. 21: Potencia a 440 V por áreas del Generador # 2 .....	55
Tabla 3. 22: Potencia a 220 V por áreas del Generador # 3 .....	55

Tabla 3. 23: Potencia a 440 V por áreas del Generador # 3 ..... 56

Tabla 3. 24: Potencia total instalada y consumida ..... 56

#### **Capítulo 4**

Tabla 4. 1 # 1 Potencia utilizada en LT # 1 ..... 73

Tabla 4. 2 Potencia utilizada en LT # 2 ..... 74

## **RESUMEN**

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la solución al problema de requerimiento energético de la “Industrial Pesquera Junín” Junsa para mejorar su producción de harina de pescado y convertirse en la primera industrial en Producir harina de calidad Premium secada a baja temperaturas o también llamado Nuevo secado con aire caliente con recirculación intensiva (SRI). En la actualidad el suministro eléctrico proporcionado por la CNEL-Santa Elena, solo provee de una potencia máxima de 850 KVA en 440 V. pero para la instalación de Junsa con su nueva maquinaria y equipos de proceso se necesitan alrededor de 3.500 KV en el encendido de motores principales y para trabajo continuo 2500 KVA.

La metodología emplea es descriptiva, pues se caracterizan componentes y dispositivos de un sistema eléctrico de potencia con 3 generadores sincronizados a la red pública. Es exploratoria pues se debe plantear la solución de potencia eléctrica para abastecer las nuevas maquinarias para producción de harina premium en la empresa Junsa. El resultado esperado es el diseño y aportaciones de conexiones, de un banco de 3 generadores sincronizadas a la red pública de Santa Elena.

**PALABRAS CLAVES:** Sincronización, Repartidor de cargas, Arrancadores suaves, generadores, transformadores.

## **ABSTRACT**

The purpose of this titling work is to solve the energy requirement problem of the “Industrial Pesquera Junín” Junsa to improve its production of fishmeal and become the first industrial to produce premium quality flour dried at low temperatures or also called New hot air drying with intensive recirculation (SRI). At present, the electricity supply provided by the CNEL-Santa Elena, only provides a maximum power of 850 KVA at 440 V. But for the installation of Junsa with its new machinery and process equipment about 3,500 KV is needed in the ignition of main engines and for continuous work 2500 KVA.

The methodology used is descriptive, as components and devices of an electric power system with 3 generators synchronized to the public network are characterized. It is exploratory because the electric power solution must be considered to supply the new machinery for the production of premium flour in the Junsa company. The expected result is the design and contributions of connections, from a bank of 3 generators synchronized to the public network of Santa Elena.

**KEY WORDS:** Synchronization, Load splitter, Soft starters, generators, transformers.

## **CAPÍTULO I**

### **1.1 Introducción**

En la actualidad la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL) con su unidad de Negocios Santa Elena no está en capacidad de suministrar una potencia superior a 1.0 MVA a los clientes industriales de la zona de Chanduy, específicamente al sector Manantial de Chanduy. Por lo que Industrial Pesquera Junín (Junsa) busca alternativas al déficit energético que tendría sus nuevas líneas de procesamiento de harina de pescado con una potencia total en toda su capacidad de producción de 3.5 MVA.

Una de las propuestas para cubrir este déficit energético sería la construcción de una Subestación en media tensión de 5 MVA a 69000 voltios que sería instalada por el cliente. Una de las observaciones dadas a esta propuesta es que la acometida principal en 69 Kv se encuentra en la autopista Guayaquil – Salinas, aproximadamente 15 Km de distancia, el tiempo de implementación con aprobación de proyectos, estudios de impacto ambiental bordean los 04 meses y el costo de la instalación estaría por \$1.500.000, lo que lo convierte en un proyecto no factible para el cliente.

En consecuencia, este trabajo pretende dar una solución al déficit energético de la fábrica de harina de pescado, con un sistema de sincronización de tres generadores eléctricos que utilizar diesel para su funcionamiento y aprovechar la potencia actual suministrada de 850 kva. Este sistema propuesto permite el manejo de las cargas eléctricas de acuerdo a la necesidad de producción, es decir, si existe poca pesca o subproductos para hacer harina se usa una parte de la potencia instalada sin necesidad de encender todos los grupos electrógenos o sincronizar solo uno con la potencia de CNEL.

Al estar las potencias de los Generadores concentrados en un solo repartidor de carga permite también la utilización apropiada de cada uno por horas de uso o funcionamiento.

### **1.2 Planteamiento del problema**

Industrial Pesquera Junín S.A. (Junsa), requiere para su dos nueva líneas de secador por aire caliente en su planta industrial una potencia total que bordea los 3.5 MVA y la Corporación Nacional de Electricidad, que es el ente estatal que

suministra la potencia eléctrica en la zona, no cuenta con esa potencia. Por lo que sugiere al cliente la implementación e instalación de una sub-estación de 5 MVA en 69000 voltios, pero su construcción e instalación sería demasiado costosa y su construcción demoraría alrededor de 18 meses entre permisos, proyectos e instalación.

### **1.3 Justificación**

Con la finalidad de abaratar costos y que la fábrica pueda comenzar su producción en forma más rápida, se justifica la implementación del sistema de sincronización con tres generadores de 1.2 MVA en 440 Voltios más la potencia suministrada por CNEL de 850 KVA. que llegaría a un repartidor de carga principal. Inicialmente la fábrica tendrá el suministro eléctrico proporcionado por CNEL a través de un transformador de 850 kva en 440 Vca para las cargas en 440 voltios y un transformador seco de 440/220-047 voltios de 300 kva. Para las cargas en 220 voltios. Con estas potencias la fábrica puede comenzar el encendido y pruebas del área de transportadores de ingreso de pesca, cocinadores, calderos y servicios generales.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Elaborar e implementar un sistema con tres generadores con sincronización con la alimentación eléctrica de la Empresa eléctrica de Santa Elena para solventar la falta de potencia eléctrica en la fábrica de Harina de Pescado en la Fábrica Industrial Pesquera Junín (Junsa) para el funcionamiento de sus nuevas líneas de procesos por aire caliente para los motores de gran potencia.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Establecer los cálculos respectivos de cada área de producción para el dimensionamiento del sistema de sincronización de tres generadores eléctricos en la planta industrial Junsa.
- Caracterizar componentes en transferencia de potencia entre generadores eléctricos y su sincronización con la red eléctrica local.

- Elaborar un plan de mantenimiento para la operación confiable de las máquinas eléctricas de la empresa Junsá.

### **1.5 Tipo de Investigación**

En este trabajo de titulación, el tipo de investigación es particularmente de campo pues se evidenció las necesidades de la fábrica de harina de pescado, en cuanto a potencia eléctrica. Está enmarcado en el paradigma cuantitativo.

### **1.6 Metodología**

La metodología para la elaboración del presente trabajo de titulación, es descriptiva por cuanto detalla los componentes y criterios para la transferencia de dos tipos de alimentación eléctrica en una planta industrial. Es analítica por cuanto se estudia procedimientos que se llevan a cabo para el aumento de la potencia eléctrica que alimentará a las nuevas líneas de producción de dicha planta, Se tomara en cuenta la potencia de la empresa eléctrica local más la que proveerán los tres generadores eléctricos.

## CAPÍTULO II:

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Generadores Eléctricos

Los generadores son máquinas que transforman la energía mecánica en energía eléctrica; los generadores y motores eléctricos son muy parecidos. De hecho, están contruidos las mismas formas generales y ambos, dependen de los mismos principios electromagnéticos para su operación. La figura 2.1 muestra un generador eléctrico.



*Figura 2. 1 Generador eléctrico*

*Fuente. (CEUPE, 2018)*

La clave del funcionamiento del generador eléctrico se encuentra en la Llamada, Ley de Faraday, que establece, textualmente, que para que se genere una corriente eléctrica debe haber un movimiento entre el conductor y el campo magnético ya que “el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde”.

En otras palabras, el generador eléctrico emplea un campo magnético para generar un movimiento de electrones y producir energía eléctrica.

Exactamente, al ensamblar la bobina conductora a una corriente eléctrica continua se consigue un cambio en el flujo del campo magnético, que interactúa con los polos del imán y que provoca que la bobina gire sobre sí misma produciendo una fuerza psicomotriz capaz de transformarse en energía eléctrica.

Esto es debido a que, si un circuito externo se conecta a las terminales de bobina, este voltaje generará corriente a través de este circuito, que será energía que se transmitirá a la carga. Por lo tanto, la energía mecánica que hace rotar la bobina se convierte en energía eléctrica.

### **2.1.1 Criterios técnicos para la selección de los grupos electrógenos**

Los generadores cuando están dimensionados en forma apropiada permiten lograr optimización de potencia eléctrica y evita desgastes por el uso inadecuado. Básicamente se debe tomar en cuenta durante la etapa de diseño, tanto por su desempeño eléctrico como ubicación mecánica, ciertas características que son básicas como:

- Vida útil del generador Capacidad de expansión Regulación de frecuencia.
- Regulación de voltaje.
- Respuesta rápida frente a variaciones de voltaje o frecuencia.
- Modo continuo de operación.
- Exactitud.
- Tolerancia a sobrecargas momentáneas.
- Seguridad ante riesgos.
- Operación libre de contaminación.

Para la fábrica de harina, materia de este análisis, toda la planta se pondrá en funcionamiento con los grupos de generación y solo al inicio con el área administrativa y de pre-calentamiento. En muchas ocasiones, la carga total de la planta es la que debe ser asumida por los generadores en modo continuo. Las cargas pueden ser de tipo resistivo, como los sistemas de calefacción e iluminación incandescente o de tipo inductivo, como motores, en los cuales debe considerarse el factor de potencia, el método de arranque y la cantidad que encenderían al mismo tiempo.

La cantidad de motores en encender al mismo tiempo tiene vital importancia, ya que influye mucho en la disminución del voltaje de alimentación por debajo del requerido para la estabilidad del bus de alimentación o barraje común y que cargas muy sensibles no se vean afectadas.

Por último, dependiendo del crecimiento o expansión a futuro que se tenga prevista, se debe calcular un porcentaje concordante con la planificación futura para posibles ampliaciones.

## 2.2 Partes de un Generador Eléctrico

- El generador eléctrico está compuesto de una serie de elementos a través de los cuales se consigue operar correctamente. Por tanto, sus partes se detallan a continuación:
- **Motor:** Es la parte más importante porque es la fuente de la fuerza mecánica inicial.
- **Alternador:** Es el encargado de la producción de la salida eléctrica y de entrada mecánica en los generadores.
- A su vez, alternador está formado por:
- **Estator:** La parte fija exterior de la máquina en la que se encuentran las bobinas inducidas que producen la corriente eléctrica. El estator se coloca sobre una carcasa metálica que le sirve de soporte.
- **Rotor:** Se trata del componente móvil que gira dentro del estator y que provoca el campo magnético inductor que genera el bobinado inducido.
- **Sistema de combustible:** En función del modelo de generador eléctrico, dispondrá con una capacidad u otra, aunque la media es de una autonomía de 6 a 8 horas.
- **Regulador de voltaje:** Este elemento transforma el voltaje CA en CC.
- **Sistemas de enfriamiento y escape:** Se encarga de vigilar que el generador eléctrico no se sobrecaliente y se emplea como vía al exterior.
- **Sistemas de lubricación:** La lubricación garantiza la fluidez y la durabilidad de las actividades del generador eléctrico **Fuente especificada no válida..**

Véase la figura 2.2.

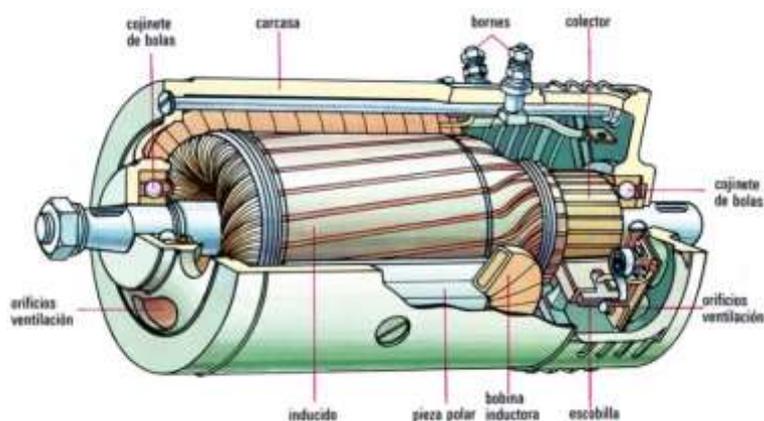


Figura 2. 2 Partes de un generador eléctrico

Fuente. (Tecnología3d, 2019)

### 2.3 Sistema de conexiones

Los sistemas de conexiones de los devanados de un generador tienen dos más conocidos y aplicados:

Sistema de conexión en estrella: los devanados del estator de un generador de C.A. están conectados generalmente en estrella, en la siguiente figura T1, T2, T3 representan las terminales de línea (al sistema) y T4, T5 T6 son las terminales que unidas forman el neutro. Como se muestra en la Figura 2.3.

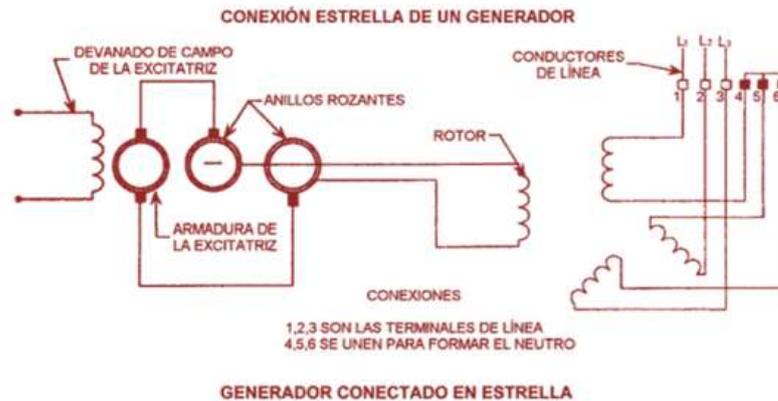


Figura 2. 3 Conexión estrella de un generador Eléctrico

Fuente: (Ramírez & Sánchez, 2017)

Sistema de conexión en delta: la conexión delta se hace conectando las terminales 1 a 6, 2 a 4 y 3 a 5, las terminales de línea se conectan a 1, 2 y 3, con esta conexión se tiene con relación a la conexión estrella, un voltaje menor, pero en cambio se incrementa la corriente de línea. Como se muestra en la Figura 2.4.

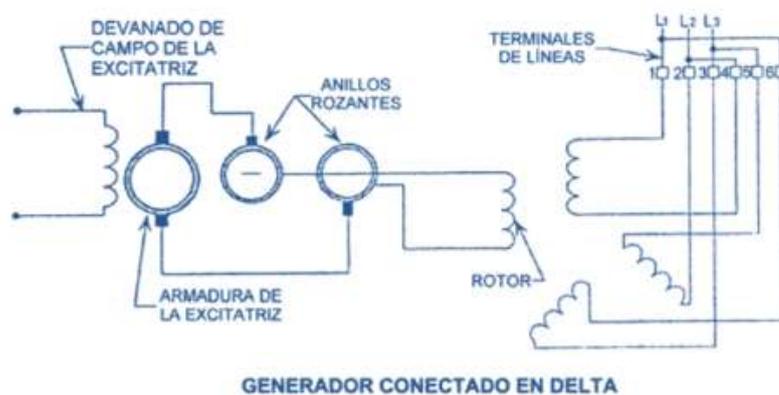


Figura 2. 4 Conexión delta de un generador eléctrico

Fuente: (Ramírez & Sánchez, 2017)

## **2.4. Operación de generadores en Paralelo**

La operación de dos o más generadores en paralelo tiene ventajas significativas respecto a un generador trabajando solo, quizás la ventaja más relevante sea la disponibilidad. Es posible conectar en paralelo únicamente los generadores necesarios para suplir las necesidades de potencia debidas a los incrementos de la carga, esto con una disponibilidad de generación mayor que cuando se dispone de un solo generador. Antes de conectar en paralelo un generador a una barra común es necesario sincronizarlo, puesto que cada uno de los generadores cuenta con un interruptor, éste debe cerrar únicamente cuando la barra y el generador entrante coinciden en frecuencia, voltaje y secuencia de fases; además la onda sinusoidal de la barra común y los generadores coinciden en el pico, es hasta el momento del cierre del interruptor que el generador está en paralelo.

Ahora bien, si dos o más generadores están conectados en paralelo esto no implica que la distribución de carga sea proporcional para cada uno de los generadores. Para los generadores sincrónicos conectados en paralelo la distribución de potencia aparente depende de los ajustes de voltaje y frecuencia para cada uno de los generadores, el voltaje se regula con la corriente de excitación en el rotor determinando el monto de potencia reactiva entregada por el generador síncrono, cuando el voltaje interno del generador es igual al voltaje de la barra común, el generador no entrega potencia reactiva, si el voltaje interno es mayor al voltaje de la barra, el generador entrega potencia reactiva, y por último si el voltaje interno del generador es menor al voltaje de la barra común, el generador síncrono absorbe energía reactiva. En el caso de la potencia real, esta depende del desplazamiento angular del eje del generador.

Supóngase ahora que la carga ha disminuido y no se prevean inmediatos aumentos, si el nuevo valor de la carga puede ser soportado por un solo generador, por ejemplo G1, se procederá a parar el otro generador G2.(Ramírez, 2016).

### **2.4.1 Ventajas de la operación de generadores en Paralelo**

Existen varias ventajas, tanto desde el punto de vista económico como estratégico. Las principales ventajas de un sistema en paralelo son:

- Varios generadores pueden suministrar más carga que una sola máquina.

- Al tener muchos generadores se incrementa la confiabilidad del sistema puesto que la falla de cualquiera de ellos no causa la pérdida total de la potencia generada.
- Al tener varios generadores operando en paralelo es posible retirar uno o varios de ellos para realizar reparaciones o mantenimiento preventivo.
- Varios generadores que funcionen en paralelo pueden ponerse en servicio o quitarse según la fluctuación de la demanda.
- Si se utiliza un solo generador y éste no se encuentra operando cerca de plena carga, será relativamente ineficiente. Sin embargo, al emplear varias máquinas pequeñas es posible operar solo una fracción de ellas. Las que operan lo hacen a cargas cerca de la plena carga y, por lo tanto, con más eficiencia.

La sincronización de un generador síncrono significa conectar el generador a una línea existente que tiene una tensión final  $V$ , de tal manera que no tenga lugar alguna transitoria de conexión.

Para evitar una corriente transitoria deben satisfacerse las siguientes condiciones:

- La tensión final de la máquina entrante debe ser igual a la tensión  $V$  de la línea.
- Ambas tensiones deben estar en fase.
- La frecuencia de ambas tensiones debe ser la misma.
- Igualdad de secuencia de fase. (Máquina trifásica). (Ramírez, 2016).

#### **2.4.2 Sincronización de Generadores**

Cuando se requiere acoplar, uno, dos o más generadores de corriente alternas trifásicas se debe tomar en cuenta aspectos fundamentales y básicos como la tensión generadas en los bornes, desfaseamiento entre los voltajes de los generadores y frecuencias. Entre las condiciones primordiales para el acoplamiento en paralelo de los generadores, se tiene:

##### **❖ Igualdad de voltaje**

La primera condición significa que la tensión de la máquina entrante debe ser exactamente igual a la tensión de la línea.

Si la tensión final de la máquina entrante es mayor o menor que la tensión de la línea, resulta una onda instantánea de corriente de la conexión de la nueva máquina, que origina subsecuentemente una corriente circulante por el arrollamiento de la armadura de la máquina, las barras colectoras, y los otros generadores que alimentan la línea. Los voltajes en bornes de cada generador deben coincidir con la barra de carga, es decir los valores de voltaje eficaz deben concordar y existir concordancia de fases. En la figura 2.5, se aprecia que los voltajes  $V_a$ ,  $V_{G1a}$  y  $V_{G2a}$  deben coincidir en igual valor para que S1 cierre, una diferencia entre  $V_{G1a}$  y  $V_{G2a}$  produce la motorización del generador que tenga menor voltaje y de igual manera para el resto de fases (Ramírez, 2016).

La Figura 2.5. Muestra comparación de voltajes de red.

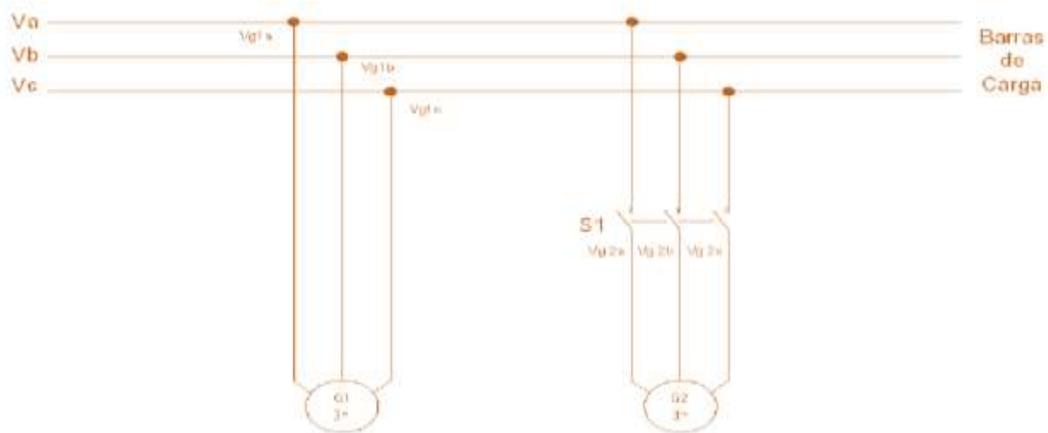


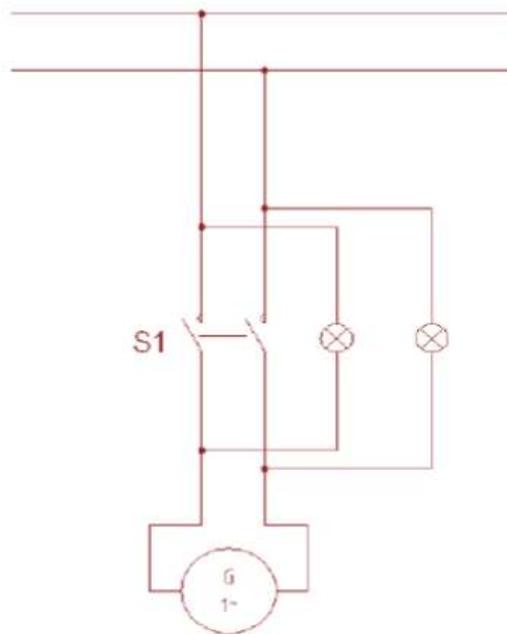
Figura 2. 5 Comparación de voltajes con la red

Fuente: (Cortes, Cherta, 2008)

#### ❖ Secuencias en fases

La segunda condición, ambas tensiones en fase, significa que en el momento de la conexión la tensión final de la máquina entrante y la tensión de la línea deben actuar en oposición entre sí en el circuito cenado que consiste de la máquina entrante, las barras colectoras, y los otros generadores.

Si ambas tensiones no están en fase en el momento de la conexión, la diferencia de tensión resultante produce una onda de corriente instantánea, que en el caso de grandes desplazamientos angulares, puede dañar los arrollamientos de la máquina. Como lo muestra en la Figura 2.6. (Márquez A, s. f.).



*Figura 2. 6 Sincronización de un generador monofásico con la barra infinita.  
Fuente: (Cortés Cherta, 2008)*

La condición en fase entre la tensión de la línea y la tensión de la máquina entrante y también la tercera condición de frecuencias iguales puede determinarse por medio de lámparas. La figura 4, muestra el arreglo de las lámparas para una máquina entrante monofásica el interruptor S de doble polo está unido por dos lámparas L.

#### ❖ Igualdad en frecuencia

La tercera condición, la frecuencia de ambas tensiones deben ser las mismas, significa que en el momento de la conexión la frecuencia del generador a acoplar y las frecuencias en las barras deben ser iguales. Si las tensiones son iguales y en fase las lámparas permanecen apagadas. No obstante, si las tensiones son iguales pero la frecuencia de la línea y la frecuencia de la máquina entrante no son las mismas, las lámparas permanecen apagadas por un tiempo corto únicamente, se encienden después y vuelven a apagarse de nuevo. El encendido de las lámparas ocurre en una secuencia periódica, y la frecuencia de fluctuación es una indicación de la diferencia en la frecuencia entre la máquina entrante y la línea.

Debe ajustarse la frecuencia de la máquina entrante de tal manera que el encendido de las lámparas tenga lugar lentamente, y debe cerrarse el interruptor S en el momento en que las lámparas estén apagadas.

Variando la velocidad del motor primario se tiene como resultado una afección en la frecuencia del generador, esta es la manera de conseguir la igualación de todas las ondas entre el generador y la barra de carga.

La desigualdad de las ondas de frecuencia entre dos generadores, provoca que la tensión resultante sea mayor a la requerida por la red. Causando daños en los equipos y la carga conectada a esos grupos electrógenos.

La frecuencia de funcionamiento es la medida eléctrica de la velocidad mecánica debido a su proporcionalidad.

Para acoplar generadores en paralelo es necesario que este valor sea común para todos los grupos, una desigualdad entre frecuencias puede provocar corrientes circulantes entre los generadores, tiene también gran influencia en el reparto de la carga, durante este proceso cada grupo toma potencia activa de forma proporcional a la velocidad de su motor. (Ramírez, 2016).

#### ❖ Igualdad de secuencia de fase (Máquina Trifásica).

La cuarta condición, significa que en el momento de la conexión la igualdad de secuencia de fase, los diagramas vectoriales deben girar en el mismo sentido.

La Figura 2.7 muestra una secuencia de fases incorrecta, ante este caso las lámparas tendrán un brillo diferente cada una debido a la inversión de fases. Para corregir esto, basta con sólo intercambiar dos de las fases del generador entrante para que la secuencia sea correcta. (A-B, B-C, C A).

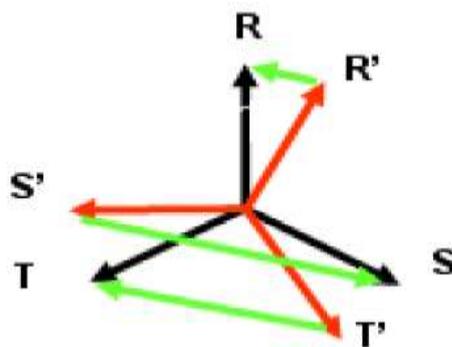


Figura 2. 7 Desigualdad de secuencias de fases

Fuente: (Rodríguez, 2019)

Los alternadores a conectarse en paralelo deben contar con el mismo número de fases que la barra de carga y tener correspondencia de voltaje, porque de no ser así se producen un desbalance de potencia en las líneas de alimentación provocando un

calentamiento excesivo en el conductor afectado. Como se observa en la figura 6, los generadores G1 y G2 tienen igual número de fases; aportando de semejante manera al sistema, sin desbalancear la potencia entregada a la carga. Como se muestra en la Figura 2.8.

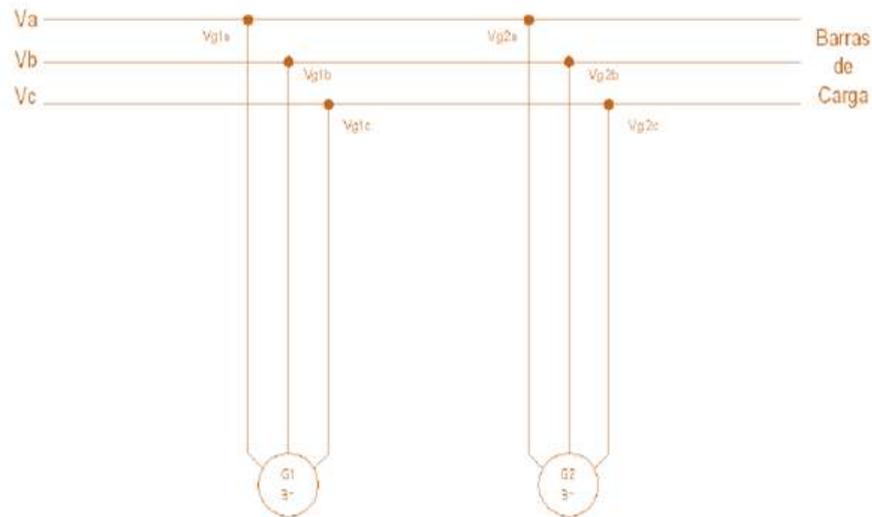


Figura 2. 8 Desigualdad de secuencias de fases

Fuente: (Cortés Cherta, 2008)

## 2.5. Técnicas de sincronismo

El funcionamiento de generadores en paralelo obliga a cumplir con ciertas exigencias. Para ello se tienen varios métodos, pero para nuestro estudio se utilizó los procedimientos citados a continuación:

### 2.5.1 Estrategias para variar la frecuencia.

Lograr una frecuencia deseada significa suministrar al generador una velocidad adecuada, esto se consigue gracias al control de la velocidad en el motor.

En generadores a gas, diesel u otro tipo de combustible, el gobernador es el sistema mecánico que regula el acceso de combustible hacia el motor para lograr controlar sus revoluciones de una manera automática. (Ramírez, 2016).

### 2.5.2 Sistemas de control de voltaje.

Mediante el uso de voltímetros y transformadores de potencial (Pts.) que monitorean las líneas de generación figura 8a, se envía señales de control para ajustar la corriente de campo del generador por medio del regulador automático de voltaje (AVR) y de esta manera regular el voltaje que se genera, dando robustez al sistema. (Ramírez, 2016). Véase la Figura 2.9.

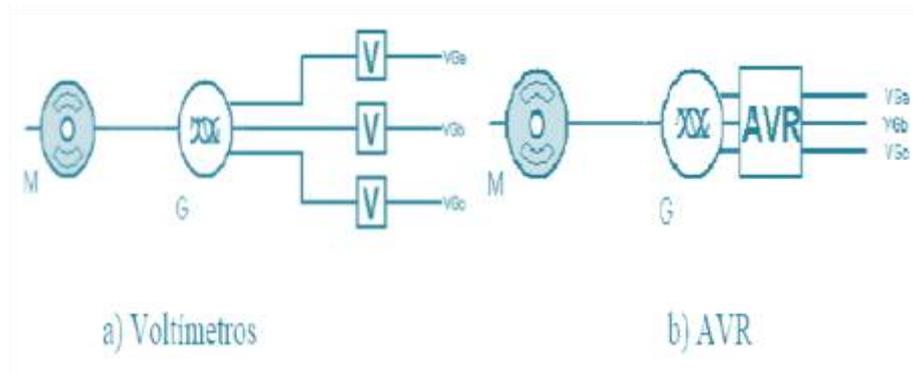


Figura 2. 9 Tipo de censado de voltaje

Fuente: (Cortés Cherta, 2008)

## 2.6 Sistemas de transferencias eléctricas

### 2.6.1 Sistemas Automáticos de Transferencias

Un sistema automático de transferencia de energía es un conjunto de elementos que da la posibilidad de alimentar la carga desde dos o más fuentes diferentes. El primer paso para realizar una transferencia es la evaluación de la fuente emergente y las condiciones de los equipos para la transferencia.

Durante los primeros milisegundos después de una perturbación, el control analiza la fuente emergente para asegurarse que se encuentra en mejores condiciones que la preferente. Al mismo tiempo, se revisan las condiciones de los interruptores de transferencia para asegurarse que estén listos para operar. (Ramírez, 2016)

El segundo paso es transferir la carga de la fuente 1 a la 2 y seguir monitoreando las condiciones de ambas fuentes. Si después de un determinado tiempo se requiere regresara la fuente 1 se inicia con el primer paso.

El equipo de transferencia incluyendo interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático y manual, además deben estar identificado para uso en emergencia y aprobado.

El equipo de transferencia debe diseñarse para prevenir cualquier conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al realizar cualquier manipulación del equipo de transferencia.

En la mayoría de los casos la fuente para usos generales es la normal (fuente de alimentación eléctrica suministrada por la compañía suministradora) y un sistema motor generador proporciona la fuente de potencial de emergencia.

El equipo de transferencia de energía eléctrica supervisa ambas fuentes de alimentación y toda vez que exista una falla, una caída de tensión, un incremento abrupto de la tensión o una disminución de la frecuencia tomará la decisión de transferir la carga a una fuente de potencial segura.

En los sistemas de transferencia para los grupos electrógenos (conjunto motor generador) el equipo supervisa la fuente de potencial normal y cuando exista una interrupción arranca el motor del generador.

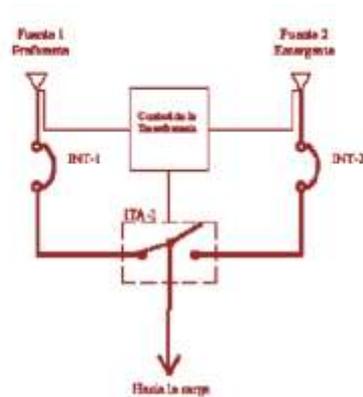
La carga es transferida automáticamente tan pronto como el generador alcance sus valores de frecuencia, y tensión nominal. Cuando se restaura el alimentador normal la carga se vuelve a transferir de la fuente de emergencia al alimentador normal. (Ramírez, 2016).

### **2.6.2 Transferencia entre dos fuentes diferentes.**

Si se tiene más de dos fuentes de energía eléctrica éstas se pueden configurar de tal manera que una sea la preferente y que la otra esté en espera de ser utilizada.

En este caso se debe considerar que las dos fuentes tengan un origen diferente y que en el punto de utilización se cuente con el equipo de transferencia de energía en la figura 2.9, se muestra el diagrama unifilar básico de un sistema de transferencia de energía eléctrica entre dos fuentes.

La fuente 1 es el suministro eléctrico preferente y la fuente 2 es el suministro emergente, como se muestra ambos interruptores están normalmente cerrados la carga debe tolerar aproximadamente de 3 a 5 ciclos de interrupción mientras que el dispositivo automático de transferencia actúa. (Ramírez, 2016). Véase la Figura 2.10



INT-1	Interruptor de la fuente preferente
INT-2	Interruptor de la fuente emergente
ITA-1	Interruptor automático de transferencia.

Figura 2. 10 Diagrama unifilar de un arreglo con alimentación doble

Fuente: (Juárez Cervantes, 1995)

Si las dos fuentes de energía permiten estar conectadas juntas momentáneamente, el equipo de transferencia de energía debe estar provisto de los controles necesarios para que se pueda realizar la transferencia de energía a transición cenada con transición cerrada requiere que las fuentes estén sincronizadas con el mismo ángulo de fase, secuencia de fase, mismo potencial y frecuencia. Si esto no se toma en cuenta se puede provocar un cortocircuito severo produciendo daños al equipo instalado. Los sistemas de transferencia pueden operar en transición cenada y transición abierta cuyas características se mencionan a continuación.

- **Transición cerrada:** es cuando el interruptor de la fuente 1 está cerrado (estado 1) y el interruptor de la fuente 2 pasa de abierto a cerrado (estado 2) para posteriormente abrir el interruptor de la fuente 1 (estado 3). Así como se muestra en la Figura 2.11. (Ramírez,2016)

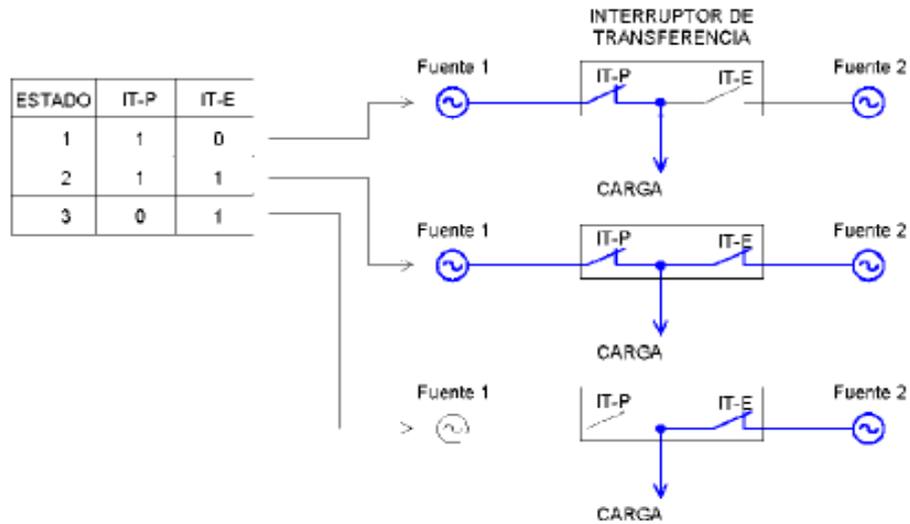


Figura 2. 81 Diagrama eléctrico y tabla de estados de una transferencia a transición cerrada

Fuente: (Juárez Cervantes, 1995)

- Transición abierta:** Es cuando el interruptor de la fuente 1 está cerrado (estado 1) y el interruptor de la fuente 1 pesa de cerrado a abierto (estado 2) para posteriormente cerrar el interruptor de la fuente 2 (estado 3). En este instante la carga es alimentada por la fuente 2. Como se muestra en la Figura 2.12.

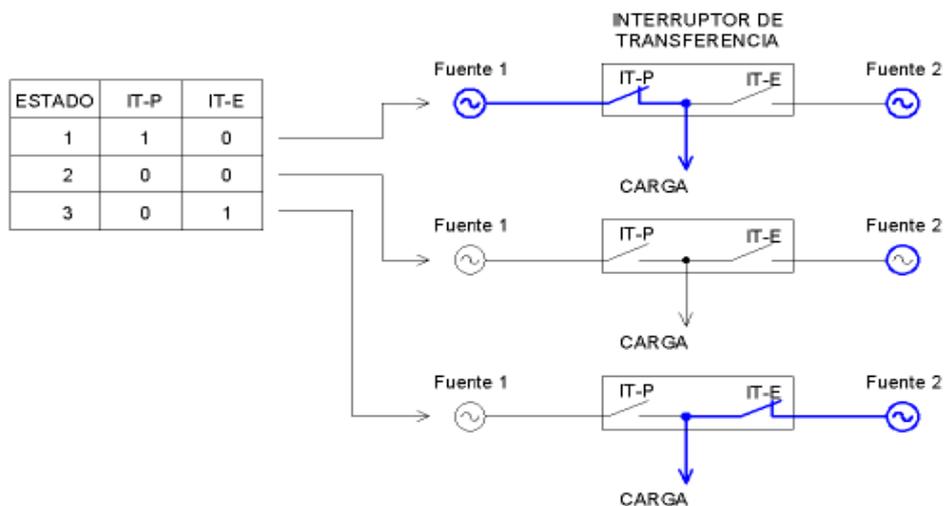


Figura 2. 92 Diagrama eléctrico y tabla de estados de una transferencia a transición abierta

Fuente: (Juárez Cervantes, 1995)

## **2.7 Breakers Eléctricos**

### **2.7.1 Concepto de Breakers o interruptores termo magnéticos**

Los interruptores de corriente o "Breakers" son aparatos esenciales para la seguridad de cualquier construcción que utilice un cableado eléctrico. Si hay demasiada electricidad, estos aparatos simplemente interrumpen el flujo eléctrico hasta que el problema sea solucionado. Sin los interruptores de corriente (o sin los fusibles) el uso cotidiano de la electricidad sería impráctico por los peligros que se correrían por problemas en las conexiones y a fallas de las máquinas eléctricas. La electricidad de una construcción tiene tres características. El voltaje, la corriente y la resistencia. El voltaje es la fuerza con la que fluye la electricidad. La corriente es el flujo mismo, mientras que la resistencia es la cantidad de electricidad que es resistida por el cable conductor, dependiendo de su composición y tamaño. Estas tres características se relacionan entre sí, y no se puede cambiar uno sin alterar los demás.

Al llegar la electricidad hasta una casa o edificio desde la planta de energía eléctrica, se distribuye en un gran circuito formado por circuitos más pequeños. En un extremo del circuito el cableado se conecta con la planta de energía, y el otro extremo, el cable neutro, se dirige hacia tierra. Esto produce la corriente a lo largo del circuito. (Cortés Cherta, 2008)

La planta eléctrica distribuye electricidad en un voltaje regular, pero la resistencia (y por lo tanto la corriente) varía en cada casa, pues todos los artefactos eléctricos ofrecen una resistencia diferente para poder funcionar. Por ejemplo, el filamento de un bombillo debe ofrecer resistencia para calentarse y producir luz.

El circuito básico de un interruptor de corriente incluye un electro imán por el que pasa la electricidad y una palanca móvil que está en contacto con el cable por el que entra la electricidad. Esta palanca puede separarse de este contacto para interrumpir la corriente.

El electro imán no tiene suficiente potencia para separar la palanca del contacto, pues su fuerza depende de la corriente que pasa a través de él. Si hay un problema con el cableado eléctrico y aumenta el cociente, ésta también aumentará la fuerza del electro imán. Entonces su magnetismo podrá mover la palanca y separarla de su contacto, con lo que la corriente será interrumpida. Este sistema

incluye también una serie de resortes para facilitar el movimiento producido por el electro magneto, y para volver a colocar fácilmente la palanca para reanudar la corriente.

Este no es el único sistema, algunos utilizan un par de láminas metálicas para lograr el contacto y dejar fluir la corriente. Si la corriente aumenta demasiado, las láminas se doblan e interrumpen la corriente. Otros sistemas utilizan una pequeña carga explosiva para abrir el circuito. Otros sistemas, más sofisticados, rápidos y eficientes, pero también más costosos, pueden medir constantemente el voltaje e interrumpirlo si aumenta demasiado.

Por lo general los interruptores de corriente se encuentran en una sola caja panel, con varios interruptores conectados a varios circuitos de la casa o edificio. De este modo, si hay problemas en uno de los circuitos, por ejemplo, el de los tomacorrientes, los demás, como el de la iluminación, pueden continuar funcionando (Colmenar Santos & Hernández, 2014). Véase la Figura 2.13.



*Figura 2. 103 Breakers de potencia de caja abierta Sentron3WL*

*Fuente: (Direct Industry, 2019)*

### **2.7.2 Tipos de interruptores termo magnéticos**

El interruptor está marcado con la corriente nominal en amperios, pero sin el símbolo de la unidad "A": En cambio, la cifra amperio es precedido por una letra "B", "C" o "D" que indica la intensidad de disparo instantáneo, que es el valor mínimo de corriente que hace que el breaker actúe sin retardo intencional, es decir, en menos de 100 ms), expresada en términos de  $I_n$ .

Por lo tanto, hay dos grandes tipos de Breakers: Por su uso y nivel de voltaje y por la forma de su curva. (Viteri, 2010, p. 14).

### **2.7.3 Por su uso y nivel de voltaje**

Ya que existen Breakers para todo nivel de voltaje, es necesario clasificarlo en: Alto, Mediano y Bajo voltaje.

- **Breakers de alto voltaje:**

Su accionamiento es dado por un solenoide con protección de relés con corriente censada por transformadores de corriente. Son de gran tamaño y protege a equipos y barras contra distintas fallas de sobrecarga y tierra. Utilizan medios distintos para evitar el arco eléctrico producido por su apertura tales como aceite, vacío o hexafluoruro de azufre.

- **Breakers de mediano voltaje:**

También su operación está dada por relés de protección. Generalmente no utilizan sensores de sobrecarga térmica o magnética. Su operación mecánica puede hacerse mediante un motor o una manivela de mano. Utilizan el vacío como medio para extinguir el arco eléctrico.

- **Breakers de bajo voltaje:**

Son pequeños y están hechos de tal forma que puedan ser desmontados sin necesidad de sacar todo el tablero se utilizan en industrias comerciales y viviendas. Su operación puede ser ajustable en algunos de ellos. En pocos casos su operación mecánica se realiza por medio de un motor, el cual puede ser comandado remotamente.

### **2.7.4 Curva de desconexión de un breakers**

En la Figura 2.14 puede ver la curva de desconexión de un breakers, en la que se aprecia una zona A. Claramente térmica, una zona B que corresponde a la reacción magnética, y la zona de solape C, en donde el disparo puede ser provocado por el elemento magnético o térmico indistintamente. (Viteri, 2010, p. 17).

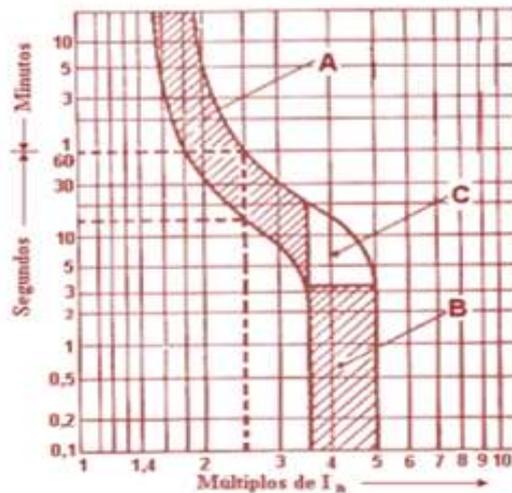


Figura 2. 114 Curva de desconexión de un breakers

Fuente: (NETCOM TECHNOLOGIES S.L, 2018)

## 2.7.5 Disyuntores

El disyuntor o interruptor automático, es un aparato de maniobra y protección que, además, permite abrir un circuito con la corriente nominal (manualmente), lo abre automáticamente en caso de que se produzca algún tipo de defecto, como sobrecarga, cortocircuito, corrientes a tierra, mínima tensión, sobretensiones, etc. La desconexión se efectúa en un tiempo lo suficientemente corto para no perjudicar ni a la red ni a los receptores que protege. Los disyuntores de uso más frecuente son de los siguientes tipos:

- Magnético: protección de cortocircuitos.
- Térmico: protección de sobrecargas.
- Magneto-térmico: protección de cortocircuitos y sobrecargas
- Diferencial: protección de corrientes de fuga.

### 2.7.5.1 Disyuntores protectores de sobrecarga y cortocircuito

Las funciones de este tipo de disyuntor, se pueden resumir en:

1. Cierre del circuito. Los interruptores automáticos estén diseñados para establecer corrientes de 15 a 20 veces superiores a su valor nominal.
2. Conducir la corriente. Característica muy tenida en cuenta en la fase constructiva, debido a las exigentes condiciones eléctricas y mecánicas que requiere el disyuntor.
3. Apertura del circuito. De forma manual, de forma automática y por relé auxiliar
4. Asegurar el seccionamiento. Nivel de aislamiento adecuado cuando el disyuntor está abierto entre las partes con y sin tensión.

Atendiendo a su intensidad nominal, estos disyuntores se clasifican en:

- **Pequeños interruptores automáticos (PIA).** Modulares, utilizados en la protección de conductores y receptores en instalaciones domésticas y similares. Están provistos de un disparador térmico (Bi-metal) retardado para pequeñas sobreintensidades, que abre el circuito en un tiempo que es función de la magnitud de la sobrecarga y de un disparador electromagnético instantánea para sobreintensidades elevadas y cortocircuitos. Los valores normalizados de uso frecuente para la intensidad nominal son, 6, 10, M, 20, 3Z 10, 50, 63 A y con poder de corte de 1,5 a 25 kA.
- **Interruptores automáticos de potencia (de caja moldeada).** Se utilizan cuando la intensidad nominal de una instalación es elevada. De uso frecuente son los de intensidad nominal 40, 63, 80, 100, 045, 160 y 250 A. Los disparadores térmicos y magnéticos pueden ser regulables, permitiendo una mayor selectividad entre aparatos.
- **Interruptores automáticos de potencia abiertos.** Se utilizan en instalación en las que la intensidad nominal es elevada y con intensidad de cortocircuito importante. A diferencia de los anteriores, los dispositivos de desenganche, relés auxiliares son exteriores al interruptor. Las intensidades para su utilización suelen ser de 800A adelante, y el poder de corte es del orden de los 50 kA., como se muestra en la Figura 2.15.

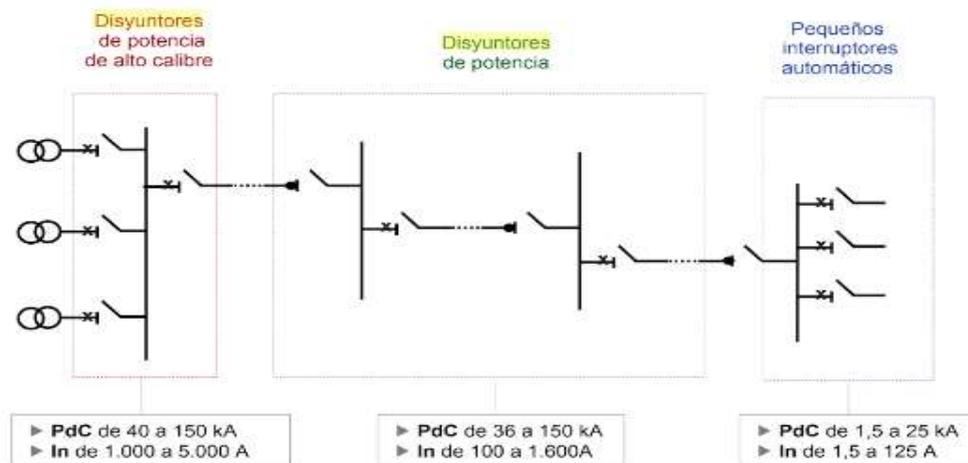


Figura 2. 125 Clasificación de los disyuntores atendiendo a su intensidad nominal

Fuente: (Colmenar Santos & Hernández, 2014)

No obstante, un disyuntor queda definido eléctricamente por las siguientes características:

- Intensidad nominal  $I_n$ ; Es el valor eficaz de la corriente de régimen continuo que el IA debe ser capaz de conducir indefinidamente, sin que la elevación de temperatura de sus diferentes partes exceda límites especificados.
- Tensión nominal  $U_n$ ; Valor eficaz de la tensión para el cual el dispositivo es diseñado a la cual se refieren la capacidad de interrupción y de cierre nominales, así como las categorías de utilización en cortocircuito.
- Número de polo, número de pares de polos y cortar; diferente del número de polos a proteger, pueden ser unipolares, bipolares, tripolares, tetrapolares.
- Poder de corte (PdC)  $I_{cu}$ ; Valor de la intensidad eficaz máxima que es capaz de cortar o interrumpir el aparato. Debe ser igual o mayor que la corriente de cortocircuito máxima que se puede producir en la línea que protege.
- Disparo magnético ( $I_m$ ); Corriente de actuación del disparo electromagnético. Debe ser inferior a valor de la corriente de cortocircuito mínimo que pueda producirse a lo largo de la línea protegida por el interruptor.
- Poder de ruptura de servicio ( $I_{es}$ ); Indica la capacidad del IA para mantener sus características y continuar en servicio después de realizar varias aperturas a esa comente. Se expresa en % de  $I_{cu}$ .
- Poder de cierre ( $I_{cm}$ ); Valor máximo o de pico de la intensidad que el dispositivo es capaz de soportar en el cierre del circuito. Este valor es asignado por el fabricante para la tensión nominal, frecuencia nominal y un factor de potencia especificado.
- Categoría de retardo; Define su capacidad para obtener una selectividad mediante un retardo.
- Categoría de empleo; Se definen dos categorías de IA, los de categoría A que no prevén en su funcionamiento ningún retardo en la desconexión por cortocircuito y los de categoría B que puede retardar su disparo ante un cortocircuito de valor inferior a una intensidad  $I_{cw}$ .
- Curva de desconexión. Característica de re conexión tiempo-intensidad.

- Interruptores limitadores de corriente. Son los únicos que tienen la capacidad de limitar la corriente presunta de cortocircuito. Estos dispositivos interrumpen la corriente de cortocircuito antes del primer pico (5ms), por lo que la corriente de cortocircuito nunca alcanza el valor de pico presumido. El funcionamiento es análogo al caso de los fusibles limitadores explicado anteriormente. Las ventajas de este tipo de aparatos son:

- Limita la energía específica por lo que reduce los efectos térmicos debidos a las corrientes de cortocircuito.
- Limita la corriente de pico presunta de cortocircuitos por lo que reduce los efectos mecánicos asociados.
- Por medio de la limitación de energía se puede obtener una economía de la instalación utilizando el procedimiento de "filiación" que se verá en el apartado de selectividad.

- Curva de energía específica pasante, como puede apreciar en la Figura 2.16. Es la función  $I^2t = f(I_{cc})$ , donde  $I^2t$  es la energía específica de paso que permite el IA al producir el corto. Determina la energía térmica que se desarrolla, en condiciones de cortocircuito.

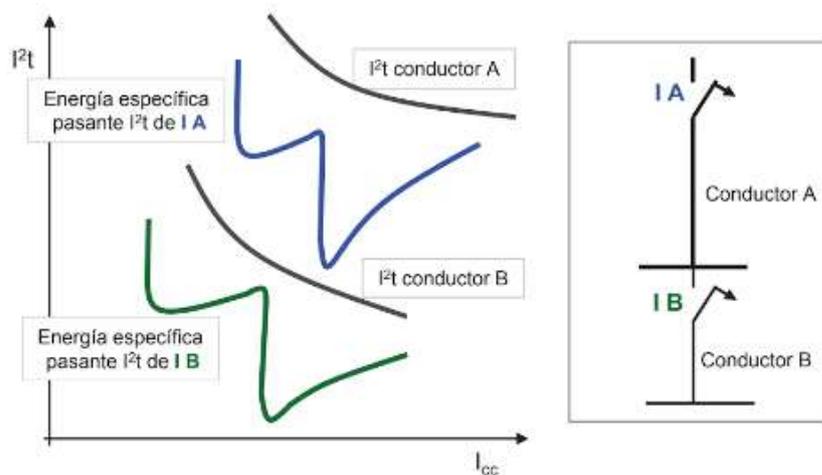


Figura 2. 136 Curva de energía específica pasante y selectividad

Fuente: (Colmenar Santos & Hernández, 2014)

A continuación, se describen las características generales a destacar de los interruptores automáticos:

1. Es el único dispositivo capaz de realizar simultáneamente todas las funciones básicas en una instalación eléctrica, es decir, mando, seccionamiento y protección eléctrica.
2. Son unipolares o multipolares (1, 2, 3 o 4 polos) a diferencia de los fusibles.
3. Generalmente son más caros que los dispositivos fusibles.
4. Permiten en muchos casos la regulación de los disparadores, facilitando la coordinación de las protecciones.
5. Pueden ser puestos en servicio después de haber actuado ante un defecto sin ser reemplazados.
6. Disponen de unidades auxiliares, que permiten su control remoto, indicación de estado, etc. (Colmenar Santos & Hernández, 2014).

#### **2.7.5.2. Descripción del disyuntor 3WL 0425 2CB32 1AA2 Siemens**

Los interruptores abiertos 3WL son de aplicación muy flexible e integran una capacidad de comunicaciones. Cumplen de forma óptima las exigencias, cada vez mayores, a las que deben responder los interruptores abiertos, sobre todo respecto al mando y la vigilancia de procesos en redes eléctricas asociados a sistemas de control electrónicos. La calidad de esta gama establece nuevos estándares en todo el mundo.

Mediante sólo tres tamaños, los interruptores abiertos 3WL cubren un rango de potencia entre 630 A y 6300 A. Con un diseño de 3 o 4 polos, son aptos para aplicaciones de hasta 1000 V. Todos los modelos presentan un diseño idéntico (tanto la versión fija como la extraíble), unos funcionamientos idénticos y accesorios completos idénticos. La única diferencia en el rango superior de rendimiento, los interruptores 3WL son los más pequeños de su clase. (Siemens AG, 2019).

#### **2.8. Tableros Eléctricos**

En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son la parte principal. En los tableros eléctricos se encuentran los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación.

En términos generales los tableros eléctricos son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida,

señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente. (Montilla, s. f.)

Dos de los constituyentes de los tableros eléctricos son: el medidor de consumo (mismo que no se puede alterar) e interruptor, que es un dispositivo que corta la corriente eléctrica una vez que se supera el consumo contratado. Es importante mencionar que el interruptor no tiene fundones de seguridad, solamente se encarga de limitar el nivel del consumo.

Para fabricar los tableros eléctricos se debe cumplir con una serie de normas que permitan su funcionamiento de forma adecuada cuando ya se le ha suministrado la energía eléctrica. El cumplimiento de estas normas garantiza la seguridad tanto de las instalaciones en las que haya presencia de tableros eléctricos como de los operarios.

Una importante medida de seguridad para los tableros eléctricos es la instalación de interruptores de seguridad, estos deben ser distintos del interruptor explicado más arriba Dichos interruptores de seguridad suelen ser de dos tipos: termo magnético, que se encarga de proteger tanto el tablero eléctrico como la instalación de variaciones en la corriente, y diferencial, que está dirigido a la protección de los usuarios.(Montilla, s. f.).

### **2.8.1 Tipos de tableros eléctricos**

Por su construcción, utilización y según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros pueden ser metálicos o plásticos. Los tableros según su ubicación se clasifican en:

- ✓ **Tablero principal de distribución:**

Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.

- ✓ **Tableros secundarios de distribución:**

Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de sub alimentadores.

- ✓ **Tableros de paso:**

Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas alimentadores o sub alimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.

✓ **Tableros de control:**

Contienen dispositivos de seguridad y maniobra, véase la figura 2.17



*Figura 2. 147 Tablero de control*

*Fuente: (Ingeniería Mecafenix, 2018)*

**2.9 Transformadores:**

Un transformador es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir el voltaje de un circuito eléctrico de corriente alterna (no existen transformadores de corriente directa), también se puede usar para aislar eléctricamente un circuito. Está compuesto de dos embobinados independientes (devanados) en un núcleo de aire o material electromagnético. Como se muestra en la Figura 2.18.



*Figura 2.18 Transformador*

*Fuente: (Ingeniería Mecafenix, 2018)*

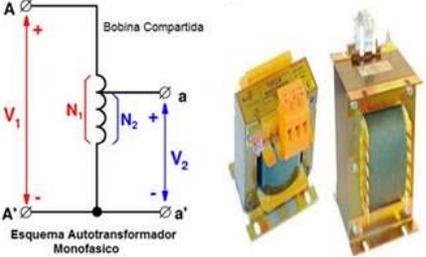
El principio básico de funcionamiento es que al poner una corriente alterna en el devanado primario se crea un flujo magnético en el núcleo del transformador y por lo tanto, también se crea en el devanado secundario. En consecuencia, se produce un

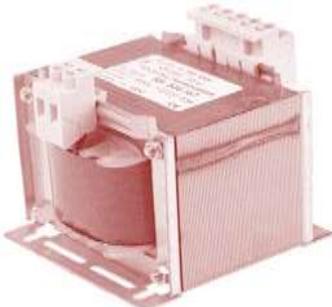
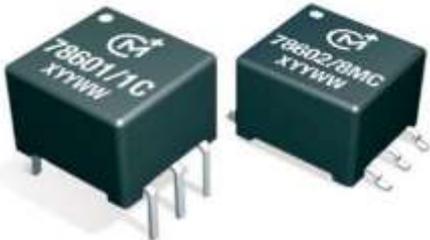
voltaje variable en el devanado secundario, puede ser mayor o menor dependiendo del tipo de transformador.

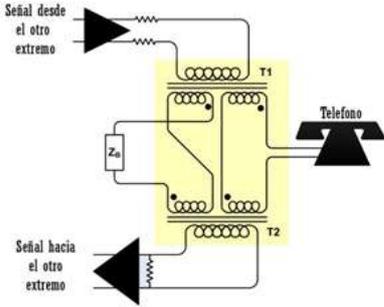
### 2.9.1 Tipos de Transformadores

Existen diferentes tipos y diversas formas de clasificar a los transformadores. Tanto como por su funcionalidad (de potencia, comunicaciones, de media), por sus aplicaciones (reductor de voltaje, de aislamiento, de impedancia), entre otros diferentes tipos de clasificaciones. (Ingeniería Mecafenix, 2018). Véase la tabla 2.1.

Tabla 2. 1 Tipos de transformadores

<b>Tipos de transformadores</b>		
<b>1. Por su fase (monofásico, trifásico)</b>	<p>Los transformadores monofásicos son empleados frecuentemente para suministrar energía eléctrica para alumbrado residencial, toma-corrientes, acondicionamiento de aire, y calefacción.</p> <p>En cambio, los trifásicos es el de más extensa aplicación en los sistemas de transporte y distribución de energía eléctrica. Este tipo de transformadores se construyen para potencias nominales también elevadas.</p>	
<b>2. Autotransformador</b>	<p>Es considerado simultáneamente como un caso particular del transformador o del bobinado con núcleo de hierro. Tiene un solo bobinado arrollado sobre el núcleo, pero dispone de cuatro bornes, dos para cada circuito, y por ello presenta puntos en común con el transformador.</p>	 <p style="text-align: center;">Esquema Autotransformador Monofasico</p>
<b>3. Transformador de impedancia</b>	<p>Se construyen generalmente a partir de un núcleo de ferrita o hierro pulverizado, que se encuentra en forma de anillo, toroide o barra casi siempre cilíndrica. Asimismo, se emplea para adaptar antenas y líneas de transmisión (tarjetas de red, teléfonos, etc.)</p>	
<b>4. Transformador de potencia</b>	<p>Son dispositivos de grandes tamaños y son muy eficientes. Además, disipan la menor cantidad posible de energía en forma de calor, durante el proceso de transformación.</p> <p>Asimismo, se utilizan en las subestaciones y transformación de energía en alta y media tensión. Las tasas de eficacia están por encima del 99% y se obtienen utilizando aleaciones especiales de acero para acoplar los campos magnéticos inducidos entre las</p>	

	bobinas primaria y secundaria.	
<b>5. Transformador de comunicaciones</b>	Previstos para trabajar con tensiones y frecuencias variables. Además, se emplean, fundamentalmente, en aplicaciones electrónicas.	
<b>6. Transformador de medida</b>	Permiten aislar los dispositivos de medición y protección de la alta tensión. Trabajan con corrientes o tensiones proporcionales las cuales son objeto de monitoreo, y consiguen evitar perturbaciones que los campos magnéticos pueden producir sobre los instrumentos de medición.	
<b>7. Elevador/reductor de voltaje</b>	Tienen una relación de 1:1 entre sus devanados primario y secundario. Lo que significa que ambos devanados tienen las mismas espiras (vueltas), por lo cual su salida entrega el mismo voltaje que se aplicó a la entrada. Se utiliza principalmente como medida de protección.	
<b>8. Transformador de frecuencia variable</b>	Son pequeños transformadores de núcleo de hierro que funcionan en la banda de audiofrecuencias. Se utilizan a menudo como dispositivos de acoplamiento en circuitos electrónicos para comunicaciones, medidas y control.	
<b>9. Transformador de pulsos</b>	Un transformador de pulso es un transformador mejorado, que produce pulsos eléctricos de gran velocidad y amplitud constante. Suelen utilizarse en la transmisión de información digital y en transistores (especialmente con circuitos conductores de compuerta).	
<b>10. Transformador de línea o flyback</b>	Se emplea en los televisores con tubo de rayos catódicos para generar la alta tensión y la corriente para las bobinas de deflexión horizontal. Además, suele proporcionar otras tensiones para el tubo (foco, filamento, etc.). Tiene la característica de mantener diferentes	

	<p>niveles de potencia de salida debido a sus diferentes arreglos entre sus bobinados.</p>	
<p><b>11. Híbrido</b></p>	<p>Es un transformador de aplicación en los teléfonos, tarjetas de red, etc. Este transformador se encarga de dividir las señales de entrada y las de salida. Convierte la comunicación bidireccional sobre dos hilos en dos conexiones unidireccionales a dos hilos, que entonces se le conoce como comunicación a 4 hilos.</p>	
<p><b>12. Balun</b></p>	<p>Es muy utilizado como balun para transformar líneas equilibradas en no equilibradas y viceversa. La línea se equilibra conectando a la toma intermedia del secundario del transformador.</p>	

Fuente. El autor

## 2.10. ComAp

ComAp es el nombre de una compañía que se dedica a la fabricación de controladores electrónicos para proporcionar soluciones de control y gestión electrónica para las industrias de generación de energía y para impulsar los mercados de energía en todo el mundo. Dentro de su portafolio de equipos ofrece interruptores de transferencia automática, grupos electrógenos, generadores, motores, controladores de maquinaria todo terreno; protecciones de la red, incluida la protección de los servicios públicos y los relés de desacoplamiento de la red; y productos de doble combustible, herramientas de PC, cargadores de baterías, potenciómetros electrónicos y accesorios.

Los equipos se utilizan en diversas categorías de aplicaciones, como interruptores de transferencia automática, grupos electrógenos individuales, grupos electrógenos en paralelo, generadores en paralelo, motores industriales, motores marinos y

maquinaria móvil. ComAp distribuye sus productos a diferentes países del mundo, entre ellos Ecuador con su distribuidor autorizado que es SVF del Ecuador.

## 2.11 Controladores para aplicaciones de grupos electrógenos individuales

### 2.11.1 Controlador InteliNano:

Para aplicaciones y control de generadores en forma individual, ComAp ha desarrollado los controladores Gen-st InteliNano para aplicaciones de energía principal o stand-by.

Dentro de sus características principales se tiene:

- Medición de voltaje de generador en una o tres fases.
- Medición de corriente en una fase
- Medición de tensión trifásica de red
- Tipos de conexión y detección automático de tensión
- Varias protecciones de generador y motor
- Control automático o manual de MCB y GCB
- Indicación de tensión, tiempo de baterías y horas de funcionamiento
- Tiene hasta tres (3) entradas análogas (compartidas con entradas binarias)
- Tiene hasta seis (6) entradas binarias (1 entrada binaria se comparte con salida binaria)
- Software de configuración de PC sin licencia (NanoEdit)
- Guarda hasta diez (10) eventos.
- Es totalmente configurable por medio del panel frontal. (ComAp, s. f.-c)

A continuación, se muestra en la Figura 2.19.



Figura 2. 19 Controlador InteliNano NT Plus

Fuente: (ComAp, 2013)

### 2.11.2 IntelliLite Controladores Aplicación MRS (Manual and Remote Start):

A medida que fueron evolucionando los equipos de generación y las necesidades de control también, ComAp tuvo al MRS 10.

- Controlador compacto de grupos electrógenos para un solo grupo de operación.
- Aplicaciones iniciales manual y remoto (MRS).
- Monitoreo completo de funciones y protecciones.
- Horario de funcionamiento y registro de rendimiento.
- Soporta Web Supervisor y AirGate.
- Medición de potencias trifásicas.
- Tres entradas analógicas configurables.
- Seis entradas binarias.
- Seis salidas binarias. (ComAp, s. f.-b)

A continuación, se muestra en la Figura 2.20.



Figura 2. 20 Controlador IntelliLite MRS 10

Fuente: (ComAp, 2013)

### 2.11.3 IntelliLite Controladores Application AMF (Automatic Start on Mains Failure):

Los controladores para fallo de red son usados para la transferencia de potencia en el caso de falla de la red pública, automáticamente enciende el generador y da su potencia en forma inmediata.

- Controlador compacto de grupos electrógenos para un solo grupo que funciona en modo de energía principal de reserva.
- Cumple todos los requisitos para aplicaciones de falla de red automática (AMF).
- Fácil de instalar.

- Amplia vigilancia y protección de grupos electrógenos.
- Varios idiomas (modificables por el usuario) en el controlador.
- Admite aplicaciones de potencia principal (MRS).
- Control automático y manual de GCB y MCB.
- Medida RMS verdaderas.
- Medición de potencias eléctricas trifásicas.
- Tres entradas análogas configurables.
- Cuatro entradas binarias.
- Seis salidas binarias. (ComAp, s. f.-a)

A continuación, se muestra en la Figura 2.21.



Figura 2. 21 Controlador IntelliLite AMF 8

Fuente: (ComAp, 2013)

## 2.12 Controladores para aplicaciones de grupos electrógenos en paralelo y red principal.

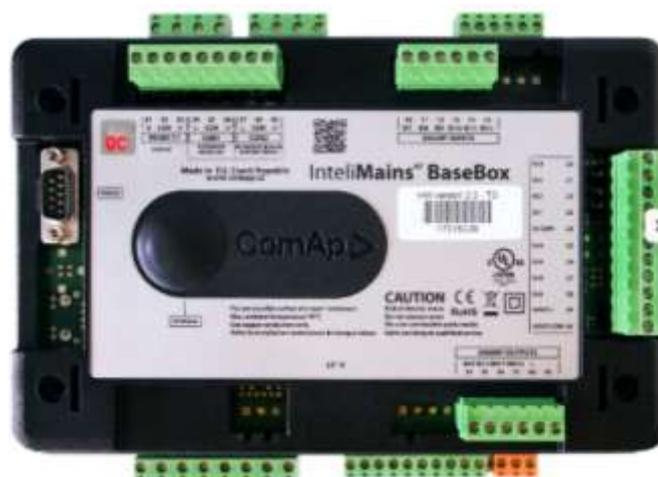
### 2.12.1 Controlador de supervisión de la unidad base IntelliMains NT Base Box:

Es un controlador donde están almacenados todos los sistemas de control y sirve como PLC, puede controlar hasta 31 grupos de generadores que funcionan en paralelo a la red o también en forma aislada.

- Para ser utilizado junto con las pantallas de color desmontables / externas en puertas de tablero o a distancia.
- Control de potencia de importación o exportación del grupo gen-set; muchos modos diferentes de control de potencias disponibles.

- Sincronización inversa del grupo gen-set cargado a la red.
- Acoplamiento de varias redes sincronizadas a un bus común.
- Función AMF, carga de base, importación / exportación, reducción de épicos.
- Medidas de la red: U,I, Hz, Kw, Kvar, Kva, Pf, Kwh, Kvahr.
- Medidas del bus: U, I, Hz, Kw, Kvar, Pf.
- Diferentes rangos de medición seleccionables para voltajes y corrientes de CA-040/277, 0-1, 0-5<sup>a</sup>.
- Funciones programables de PLC integradas.
- Montaje en riel DIN del controlador.
- Aplicaciones MCB (el controlador está controlando el disyuntor del circuito principal y proporciona importación / exportación a las funciones principales y otras funciones relacionadas).
- Aplicaciones MGCB (el controlador está controlando el disyuntor de red y el disyuntor de grupo maestro y proporciona importación / exportación a las funciones de red y otras funciones relacionadas). (ComAp, 2010)

A continuación, se muestra en la Figura 2.22 un controlador IntelliMains NT Base Box



*Figura 2. 22 Controlador IntelliMains NT Base Box*

Fuente: (ComAp, 2013)

### **2.12.2 Controlador complejo de generación paralela con pantalla a color desmontable IntelliGen NT Base Box:**

Es un controlador para grupos electrógenos simples y múltiples que funcionan en modo de espera o en paralelo, tiene certificación marina.

- Controlador gen-set para grupos electrógenos simples y múltiples que funcionan en modo de espera o en paralelo. Descripción general de los productos aprobados por ComAp marine disponibles aquí.
- Para ser usado independientemente o en combinación con pantallas de color desmontables/externas IntelliVision 5 , IntelliVision 8 , IntelliVision 04Touch o IntelliVision 18Touch.
- Soporte de motores con ECU (Unidad de Control Electrónico).
- Solución completa integrada de conjuntos de genes y compartición de señales a través del bus CAN: se necesitan componentes externos mínimos.
- Muchas opciones de comunicación: fácil supervisión y servicio remotos.
- Generación de registro de rendimiento para facilitar el seguimiento de problemas.
- Sincronización automática y control de potencia (mediante regulador de velocidad o ECU).
- Función AMF, carga de base, importación/exportación, reducción de picos, control de voltaje y PF (AVR).
- Medida del generador: U, I, Hz, kW, kVAr, kVA, PF, kWh, kVAhr.
- Medida de la red: U, I, Hz, kW, kVAr, PF.
- True RMS (TRMS) se utiliza con mediciones de voltaje, corriente y potencia.
- Entradas y salidas configurables para diversas necesidades del cliente.
- Salidas binarias bipolares: posibilidad de usar BO como interruptor lateral alto o bajo.
- Interfaz RS232 con soporte Modbus; Soporte de módem analógico/GSM/RDSI/CDMA; Mensajes SMS; Interfaz ECU Modbus.
- Redundancia del controlador.
- Historial basado en eventos (hasta 1000 registros) con lista de valores almacenados seleccionables por el cliente; RTC; valores estadísticos.
- Funciones programables de PLC integradas.
- Protecciones integradas fijas y configurables.
- Montaje en carril DIN.

- Solución de firmware personalizada.
- Con la solución de soporte de aplicaciones, administre hasta 992 conjuntos de generación en la aplicación de múltiples conjuntos de generación extendida. (ComAp, 2019).

A continuación, se muestra en la Figura 2.23 un controlador InteliGen NT Base Box



*Figura 2. 23 Controlador InteliGen NT Base Box*

*Fuente: (ComAp, 2013)*

### **2.12.3 Unidad de pantalla a color de 5.7" con interfaz CAN bus:**

InteliVision 5 CAN, panel de operador industrial equipado con pantalla de color de 5,7", está dedicado junto con el controlador principal ComAp para visualizar y controlar motores individuales en varias aplicaciones.

- Pantalla TFT en color de 5,7" con resolución 320 × 240 píxeles.
- Pantalla local y remota para monitoreo de un solo controlador.
- Operación Plug and Play (configuración automática basada en la aplicación del controlador).
- Controladores compatibles:
  - InteliDrive DCU.
  - InteliDrive DCU Marine.
  - InteliDrive Mobile.
  - InteliDrive Mobile Logger.
  - InteliGen NTC Base Box.

- InteliSys NTC Base Box.

- InteliMains NTC Base Box.

- Conexión directa al controlador (no se necesitan convertidores).
- Control más sencillo, rápido y cómodo para el usuario.
- Más información en menos tiempo.
- Pantalla TFT en color de 5,7".
- El mismo recorte que los controladores ComAp estándar, p. Ej. InteliDrive DCU.
- El mismo soporte de idiomas que el controlador maestro, incluidos los lenguajes gráficos.
- Botones activos - acceso rápido a datos importantes.
- Interfaz CAN separada galvánicamente.
- Salida binaria para control de bocina / zumbador.
- Sellado a IP65.
- Conexión de arnés de 8 pines en la parte trasera.
- Arrastrar y soltar la configuración de la pantalla del cliente.
- Entrada analógica para controlar la intensidad de la retroiluminación de la pantalla. (ComAp, s. f.-d).

A continuación, se muestra en la Figura 2.24.



Figura 2. 24 Unidad de pantalla a color InteliVision 5 CAN

Fuente: (ComAp, 2013)

#### **2.12.4 Internet Bridge – NT:**

Los Módulos de comunicación con conexión celular/Ethernet son:

- Conexión a Internet para uno o más controladores ComAp, ya sea por cable Ethernet o por módem celular de 3.75G incorporado.
- Módem inalámbrico GPRS / UMTS de alta velocidad incorporado.
- Admite todos los sistemas de paquetes de datos celulares desde GPRS a HSPA (2.5G a 3.75G).
- Soporte multibanda completo - el módem funciona globalmente.
- Conexión Ethernet por cable para conexión LAN local.
- Se puede usar un solo módulo para varios controladores en el mismo sitio (conectado a través de CAN o RS485).
- Soporte de protocolo MODBUS / TCP, SNMP - conexión directa a la gestión de edificios y otros sistemas.
- Incluye la tecnología ComAp AirGate : fácil conexión plug-and-play en cualquier lugar (no se necesita una IP fija).
- Diseñado para Web Supervisor : totalmente compatible con el sistema de monitoreo remoto basado en la nube de ComAp.
- Sistema de posicionamiento global incorporado \*: realice un seguimiento de su equipo.
- Carcasa metálica duradera con montaje en carril DIN.
- Acceso al soporte de la tarjeta SIM sin desmontaje.
- Conectores SMA para GPS externo y antena GSM.
- Amplio rango 8–36 VDC tensión de alimentación.
- Funciona con el software de monitoreo ComAp en conexión directa o mediante la tecnología AirGate. (ComAp, s. f.-e)

#### **Controladores totalmente compatibles**

- Controladores basados en InteliGen NT y la plataforma InteliSys NT, usados con un firmware estándar.

#### **Controladores parcialmente soportados**

- Controladores basados en plataformas Intelite NT, InteliCompact NT, InteliDrive Lite, InteliDrive Mobile, InteliDrive DCU.

- El soporte de las plataformas mencionadas anteriormente está limitado a la conexión Direct o AirGate de las herramientas de monitoreo y configuración de ComAp y al envío de correos electrónicos activos. («Internet Bridge-NT», s. f.). A continuación, se muestra en la Figura 2.25.



*Figura 2. 25 Módulo de comunicación con conexión celular Internet Bridge-NT*

Fuente: (ComAp, 2013)

#### **2.12.5 Clave de hardware para compartir carga y administración de energía IGS-NT-LSM PMS:**

Permite la cooperación de múltiples controladores (a través de bus CAN) para:

- Compartir carga digital.
- Compartir digitalmente.
- Optimización del número de motores en funcionamiento: Administración de energía; kW, kVA o% de carga.

#### **Válido para estos SW:**

- IGS-GSC - estándar - todas las versiones.
- IGS-NT - estándar - todas las versiones.
- IGS-NT-GeCon-Marine - versión 3.0 y superior.
- IGS-NT-GeCon-Land-based - versión 3.0 y superior.
- IG-NT-400Hz - todas las versiones.
- IGS-NT-Async - todas las versiones.
- IGS-NT-SUS 1.3 y superior. A continuación, se muestra en la Figura 2.26.



*Figura 2. 26 Clave de hardware para compartir carga y administración de energía*

Fuente: (ComAp, 2013)

### **2.12.6 Transformador de la fuente de alimentación para módulo IG-AVRi:**

- Tensión primaria 1: 230 - 277 VAC + - 20%.
- Tensión primaria 2: 400 - 480 VAC + - 20%.
- Rango de frecuencia: 50 - 60 - 400 Hz. A continuación, se muestra en la Figura 2.27.



*Figura 2. 27 Transformador de la fuente de alimentación para el módulo Ig-AVRi*

Fuente: El Autor

## CAPÍTULO III:

### LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE CARGAS

La harina de pescado en su última etapa es procesada con secadoras rotativas de fuego directo, como maquinas rota tubos, maquinas rotadiscos, lo que provoca la baja proteínas y la quema de la harina en exceso, disminuyendo su calidad y precio comercial. En la figura 3.1 se muestra el diagrama en bloques del proceso en Junsá.



Figura 3.1 . Diagrama de proceso

Fuente. El Autor

En el diagrama eléctrico unifilar del ANEXO 1, se muestra la estructura completa de las actuales instalaciones de la planta en las cuales se puede identificar que los generadores se encuentran instalados en forma ineficiente y hay un enorme desperdicio de potencia eléctrica y por ende un consumo excesivo de combustible que repercute en los elevados costos de producción sin justificar la calidad de la harina fabricada.

### 3.1. Etapas en el proceso de elaboración de harina de pescado

Para la elaboración de la harina de pescado con alto grado de proteínas o súper Premium, se deben considerar varias etapas bien definidas.

#### 3.1.1. Desembarque de pesca o chata

Para el desembarque de la pesca, traída por los barcos se encuentran dos barcazas flotantes o chatas donde se deposita la pesca que traen los barcos de su faena diaria y

es enviada a través de una tubería platica de 04” impulsada por una motobomba y un sistema transvac, todo esto conectado eléctricamente a un generador de 0400 kVA y a una distancia de la playa de 1000 metros aproximadamente. Como se muestra en la Figura 3.2.



*Figura 3. 2 Chata pesquera*

*Fuente. El Autor*

### **3.1.2. Recepción de materia prima o pesca**

En tierra la pesca es depositada en cisternas construidas de hormigón armado, cuando la pesca es enviada a través del tubo plástico de 04” al área de recepción debe pasar por silos en acero inoxidable con un sistema de pesaje donde se indica la cantidad de pesca desembarcada o enviada por la chata. Existen tres cisternas, que permiten almacenar cerca de 1000 toneladas que deberán ser procesadas en la fábrica. Las potencias de los equipos a 220 y 440 V., se encuentran en las tablas 3.1 y 3.2.

*Tabla 3. 1: Potencia de equipos en recepción de pesca a 220 V*

<b>NOMBRE</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VOLTAJE AC</b>
Sistema de pesaje poza # 1	20 HP	220 V
Tornillo sinfín salida poza # 1	15 HP	220 V
Transportador elevador a cocina #1	7.5 HP	220 V
Potencia total en 220	42.5 HP	

*Fuente: El Autor*

Tabla 3.2: Potencia de equipos en recepción de pesca a 440 V

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE AC
Sistema de pesaje poza # 2	30 HP	440 V.
Sistema de pesaje poza # 3	20 HP	440 V.
Tornillo sinfín salida poza # 2	7.5 HP	440 V.
Tornillo sinfín salida poza # 3	7.5 HP	440 V.
Transportador elevador a cocina # 2	5 HP	440 V.
Transportador elevador a cocina # 3	5 HP	440 V.
Potencia total en 440	75 HP	

### 3.1.3. Área de Calderos o generación de vapor

En esta área se encuentran cuatro calderos para generar vapor a una presión de 300 a 400 psi, los calderos se encargan de generar vapor para el proceso de cocción del pescado a una temperatura de 92-100 °C y para la planta de concentrado o agua cola. En la tabla 3.3. se muestra la potencia total de calderos alimentados a 220 V.

Tabla 3.3: Potencia calderos y Generación de vapor a 220 V

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Caldero # 1	40 HP	220 V.
Caldero # 2	40 HP	220 V.
Bomba de agua Caldero # 1	5 HP	220 V.
Bomba de agua Caldero # 2	5 HP	220 V.
Bomba de agua stand by	10 HP	220 V.
Potencia total en 220	40 HP	

Fuente: El Autor

Tabla 3. 4: Potencia calderos y Generación de vapor a 440 V

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Caldero # 3	250 HP	440 V.
Caldero # 4	300 HP	440 V.
Bomba de agua Caldero # 3	5 HP	440 V.
Bomba de agua Caldero # 4	5 HP	440 V.
Potencia total en 440	560 HP	

Fuente: El Autor



*Figura 3. 3 Área de calderos*

Fuente: El Autor

### **3.1.4. Cocinas o área de cocción**

Para el proceso de cocción del pescado se somete a unos procesos térmicos con vapor (indirecto) para que las cocinas tengan una temperatura de entre 92 – 100 °C, la misma que se obtiene a través del ingreso de vapor que generan los calderos y al pasar por los tubos capilares que se encuentran dentro de las cocinas el pescado de cocina controlando la temperatura mediante sistemas de control eléctrico para no cocinar en exceso el producto y perder sus propiedades nutricionales.

La potencia total para alimentación eléctrica a 220 V de los equipos se encuentran la tabla 3.5. Y en la tabla 3.6 se muestra la potencia total cuando la alimentación eléctrica es a 440 V.

*Tabla 3. 5: Potencia calderos y Generación de vapor a 220 V*

<b>NOMBRE</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VOLTAJE</b>
Cocina # 3 (40 Ton)	100 HP	220 V.
Bomba recolección de caldos de cocinas	10 HP	220 V.
Potencia total en 220	110 HP	

*Fuente: El Autor*

Tabla 3. 6: Potencia calderos y Generación de vapor a 440 V

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Cocina # 1 (40 Ton)	100 HP	440 V.
Cocina # 2 (40 Ton)	100 HP	440 V.
Transportador sinfín salida de cocina # 1	15 HP	440 V.
Transportador sinfín salida de cocina # 2	15 HP	440 V.
Transportador sinfín salida de cocina # 3	15 HP	440 V.
Potencia total en 440	230 HP	

Fuente: El Autor



Figura 3. 4 Área de cocinas

Fuente: El Autor

### 3.1.5. Prensas o Prensado de humedad

Una vez que el pescado es cocinado, se somete a un proceso de prensado mecánico con la finalidad de extraer la humedad de la materia prima, la cual proporciona el caldo o licor de prensa, que es la parte líquida y la torta que corresponde a la parte sólida. En esta etapa se separa la parte líquida y se lleva a los separadores y decanter, para la preparación del concentrado y aceite de pescado.

La parte sólida o torta donde se extrae la humedad hasta un máximo del 48 %.

La potencia de los equipos de prensa con alimentación a 220 V se encuentra en la tabla 3.7. Y en la tabla 3.8 la potencia total a 440 V.

*Tabla 3. 7: Potencia de prensas y bombas de caldo a 220 V*

NOMBRE	POTENCIAS	VOLTAJE
Bomba de licor o concentrado # 2	5 HP	220 V.
Prensa # 3	10 HP	220 V.
Potencia total en 220	15 HP	

*Fuente: El Autor*

*Tabla 3. 8: Potencia de prensas y bombas de caldo a 440 V*

NOMBRE	POTENCIAS	VOLTAJE
Prensa # 1	150 HP	440 V.
Bomba de licor o concentrado 1	150 HP	440 V.
Prensa # 2	150 HP	440 V.
Bomba de licor o concentrado # 3	10 HP	440 V.
Motor recolector de reboce	5 HP	440 V.
Potencia total en 440	465 HP	

*Fuente: El Autor*



*Figura 3. 5 Área de prensas*

*Fuente: El Autor*

### **3.1.6. Pre-secado a vapor**

Con el pre secado de la torta de harina de pescado se pretende extraer la humedad en forma controlada y progresiva, de tal forma que no se pierdan los valores nutricionales que tiene el producto. En esta etapa la humedad debería estar entre el 38 y 42 %. Las potencias del pre-secado se encuentran la tabla 3.9

Tabla 3. 9: Potencia de pre-secador a 440 V

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Transportador de tornillo entrada al pre-secador	15 HP	440 V.
Pre-secador (150 Ton)	045 HP	440 V.
Transportador de tornillo salida al secador # 1	15 HP	440 V.
Transportador de tornillo salida al secador # 2	15 HP	440 V.

Fuente: El Autor



Figura 3. 6 Área de pre-secador

Fuente: El Autor

### 3.1.7. Secador rotativo

Los secadores de tambor rotativo, calienta directamente el flujo de aire directamente con el calor de combustión, producidos por el secador a fuego directo. Lo que provoca que la harina pierda proteínas y sea una harina de poco valor nutricional Se necesita que el operador o la persona encargada este constantemente monitoreando la temperatura del secador de fuego directo. Las potencias de los equipos para el secador rotativo se encuentran la tabla 3.10 y 3.11 respectivamente.

Tabla 3. 10: Potencia de secador rotativo a 220 V.

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Resistencias de calentamiento de bunker	25 HP	220 V.
Potencia total en 220	25 HP	220 V.

Fuente: El Autor

Tabla 3. 11: Potencia de secador rotativo a 440 V.

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Motor de tambor giratorio	100 HP	440 V.
Ventilador soplador	50 HP	440 V.
Extractor de gases	45 HP	440 V.
Bomba de Bunker	7.5 HP	440 V.
Potencia total en 440	282.5 HP	



Figura 3. 7 Secador Rotativo

Fuente. (ENERCON, 2019)

### 3.1.8. Secador rotadiscos

Para optimizar la calidad de la harina producida se utiliza este sistema de secador rotadiscos, siendo un problema la baja densidad (0,43), pero sirve para hacer mezclas y obtener la harina prime y super prime a partir de las ‘tortas’ de prensa y concentrado con humedad mayores al 45%. Lo que produce un aumento en el costo de producción al tener que hacer un doble proceso de la harina del rotatubos.

Las potencias de los equipos se encuentran en la tabla 3.11.

Tabla 3. 12: Potencia de secador rotadisco a 440 V.

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Motor giratorio de discos	150 HP	440 V.
Motor alimentador	50 HP	440 V.
Motor secador de entrada	25 HP	440 V.
Motor secador de salida	50 HP	440 V.
Potencia total en 440	275 HP	

Fuente: El Autor



Figura 3. 8 Secador Rotadiscos

Fuente: (IFM, 2019)

### 3.1.9. Secador rotatubos 1 y 2

Cuando la torta de salida de las prensas llega al rotatubos teniendo como propósito deshidratar hasta obtener un secado con un contenido menor del 10%, lo cual se puede considerar suficientemente bajo para la existencia de actividad microbiológica. Las potencias de los equipos se encuentran la tabla 3.12.

Tabla 3. 13: Potencia de secador rotatubos a 440 V.

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Motor giratorio de rotatubos	150 HP	440 V.
Motor alimentador	50 HP	440 V.
Motor secador de entrada	25 HP	440 V.
Motor secador de salida	50 HP	440 V.
Potencia total en 440	275 HP	

Fuente: El Autor



Figura 3. 9 Secador Rotatubos

Fuente: (ENERCON, 2019)

### 3.1.10. Molinos de martillo

Tiene como finalidad de obtener un producto bien fino y uniforme, para lo cual se utilizan dos molinos de martillos, en los cuales la harina se desintegra por el impacto de los martillos, que giran rápidamente en torno a unos cilindros horizontales. El rotor lleva una rejilla que retiene la harina hasta que es lo suficientemente fina como para poder pasar por los orificios. (*Proceso de la harina de pescado, s. f.*). Las potencias de los equipos se encuentran la tabla 3.13.

Tabla 3. 14: Potencia de molinos de martillo a 440 V.

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Transportador de tornillo alimentación a molino # 1	15 HP	440 V.
Molino # 1	100 HP	440 V.
Transportador de salida de finos	10 HP	440 V.
Transportador de salida de harina	15 HP	440 V.
Transportador de tornillo alimentación a molino # 2	15 HP	440 V.
Molino # 2	100 HP	440 V.
Transportador de salida de finos	10 HP	440 V.
Transportador de salida de harina	15 HP	440 V.
Potencia total en 440	280 HP	

Fuente: El Autor



Figura 3. 10 Molinos

Fuente: El Autor

### 3.1.11. Envasado o ensaque

Para llevar la harina al área de envasado que se encuentra a una distancia de 300 mts aproximadamente y depositar en los silos de harina se necesitan unos ventiladores sopladores. La harina se pesa en una balanza neumática regulada a 50 Kg con pistones y aire la cual es colocada en un saco blanco laminado o negro sin laminar de polipropileno y cerrado con máquina de coser de cabezal fijo o de mano según sea el caso. Las potencias de los equipos se encuentran la tabla 3.14 y 3.15.

Tabla 3. 15: Potencia de envasado o ensaque a 220 V

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Silos de llenado de sacos	7.5 HP	220 V.
Silos de llenado de sacos	7.5 HP	220 V.
Potencia total en 220	15 HP	

Fuente: El Autor

Tabla 3. 16: Potencia de envasado o ensaque a 440 V

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Ventilador soplador de harina # 1	250 HP	440 V.
Transportador de tornillo salida de silos de harina	10 HP	440 V.
Transportador elevador a silos de envasado	15 HP	440 V.
Ventilador soplador de harina # 2	250 HP	440 V.
Transportador de tornillo salida de silos de harina	10 HP	440 V.
Transportador elevador a silos de envasado	15 HP	440 V.
Potencia total en 440	550 HP	



Figura 3. 41 Envasado

Fuente: (JOBAR, 2019)

### 3.1.12. Áreas administrativas, talleres y bodegas

El área administrativa tiene vital importancia en la operación y administración de la planta de harina ya que aquí se encuentra el centro de operaciones con la Gerencia General, jefatura de producción, jefaturas de la flota pesquera, bodega de repuesto y materia prima, logística y despacho. Así como también los talleres de mecánica, soldadura y eléctrica.

Para estas áreas se tiene previsto el suministro eléctrico de la empresa pública y el Generador # 3 con transformador seco de 500 Kva en caso de ausencia de tensión. Las potencias de los equipos con alimentación eléctrica a 220 V se encuentran en la tabla 3.17.

Tabla 3. 17: Potencia de área administrativa, talleres y bodegas a 220 V.

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Área administrativa	20 HP	220 V.
Talleres	40 HP	220 V.
Bodegas	15 HP	220 V.
Potencia total en 220 V.	75 HP	

Fuente: El Autor

### 3.2. Distribución de la potencia eléctrica en la planta

La potencia eléctrica suministrada por tres generadores Caterpillar de la serie C-32 se la distribuye en forma directa para cada área de la producción. Es decir, se han agrupado diferentes áreas siguiendo el orden continuo del proceso de producción.

El Generador # 1 de 1700 Kva suministra potencia eléctrica a las áreas de:

- Recepción de materia prima o pesca.
- Área de Calderos o generación de vapor.
- Planta de agua cola o concentrado.
- Cocinas o área de cocción.

Todas estas áreas consumen una potencia total como se muestra la tabla 3.18 y 3.19 respectivamente.

*Tabla 3. 18: Potencia a 220 V por áreas del Generador # 1*

<b>NOMBRE</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VOLTAJE</b>
Recepción de materia prima o pesca	42.5 HP	220 V.
Área de calderos o generación de vapor	40 HP	220 V.
Planta de agua cola o concentrado	50 HP	220 V.
Cocinas o área de cocción	110 HP	220 V.
Potencia total en 220 V.	462.5 HP	

*Fuente: El Autor*

*Tabla 3. 19: Potencia a 440 V por áreas del Generador # 1*

<b>NOMBRE</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VOLTAJE</b>
Recepción de materia prima o pesca	75 HP	440 V.
Área de calderos o generación de vapor	560 HP	440 V.
Planta de agua cola o concentrado	250 HP	440 V.
Cocinas o área de cocción	246 HP	440 V.
Potencia total en 440 V.	1131 HP	

El Generador # 2 de 1700 Kva suministra potencia eléctrica a las áreas de:

- Prensas o Prensado de humedad.
- Pre-secado a vapor.
- Secador rotativo.
- Secador rotadiscos.

Todas estas áreas consumen una potencia total, como lo indica la tabla 3.20 y 3.21 respectivamente.

*Tabla 3. 20: Potencia a 220 V por áreas del Generador # 2*

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Prensas o prensado de humedad	15 HP	220 V.
Pre-secado a vapor	_____	220 V.
Secador rotativo	25 HP	220 V.
Secador rotadisco	_____	220 V.
Total potencia 220 V.	40 HP	220 V.

*Fuente: El Autor*

*Tabla 3. 21: Potencia a 440 V por áreas del Generador # 2*

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Prensas o prensado de humedad	470 HP	440 V.
Pre-secado a vapor	171 HP	440 V.
Secador rotativo	282.5 HP	440 V.
Secador rotadisco	275 HP	440 V.
Total potencia 440 V.	1198.5 HP	440 V.

*Fuente: El Autor*

El Generador # 3 de 1000 Kva suministra potencia eléctrica a las áreas de:

- Prensas o Prensado de humedad.
- Pre-secado a vapor.
- Secador rotativo.
- Secador rotadiscos.

Todas estas áreas consumen una potencia total como lo indica la tabla 3.22 y 3.23 respectivamente.

*Tabla 3. 22: Potencia a 220 V por áreas del Generador # 3*

NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE
Secador rotatubos 1 y 2	15 HP	220 V.
Molinos de martillo	_____	220 V.
Envasado o ensaque	25 HP	220 V.
Área administrativa, taller y bodegas	75 HP	220 V.

Total potencia a 220 V.	115 HP	220 V.
-------------------------	--------	--------

*Fuente: El Autor*

*Tabla 3. 23: Potencia a 440 V por áreas del Generador # 3*

<b>NOMBRE</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VOLTAJE</b>
Secador rotatubos 1 y 2	470 HP	440 V.
Molinos de martillo	171 HP	440 V.
Envasado o ensaque	282.5 HP	440 V.
Área administrativa, taller y bodegas	————	————.
Total potencia 440 V.	923.5 HP	440 V.

*Fuente: El Autor*

En las condiciones actuales de trabajo de la planta procesadora de harina pescado, la energía eléctrica producida por sus tres generadores estaría siendo desperdiciada, sin contar o prever un daño o avería en alguno de los generadores. Como lo indica el resumen de la tabla 3.24.

*Tabla 3. 24: Potencia total instalada y consumida*

	<b>Generador # 1(Kva)</b>	<b>Generador # 2 (Kva)</b>	<b>Generador # 3 (Kva)</b>	<b>CNEL (Kva)</b>
Potencia instalada	1500	1500	1000	850
Potencia consumida	1131	1199	924	618
Potencia sin usar o desperdiciada	369	301	76	232

*Fuente: El Autor*

## CAPÍTULO IV:

### DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA Y CONSIDERACIONES TÉCNICAS/OPERATIVAS

#### 4.1. Introducción

Para darle un valor agregado a la harina de pescado que es producida en esta fábrica, se ha considerado la instalación de máquinas de aire caliente. La producción de proteínas de alta calidad en las plantas pesqueras y de transformación de residuos animales (rendering) requiere técnicas de secado especializadas. Tomando en cuenta el actual escenario de precios de los combustibles, estas técnicas deben además ser eficientes en el uso de la energía.

Nuevo Secado con aire caliente con recirculación intensiva (SRI): El secado conductivo es un proceso eficiente bien conocido por la industria de transformación de residuos animales y pesquera. Sin embargo, no es capaz de proporcionar proteínas de alta calidad con control preciso de la humedad final si no se combina con una segunda etapa de secado convectivo. Como a continuación se muestra en la Figura 4.1.

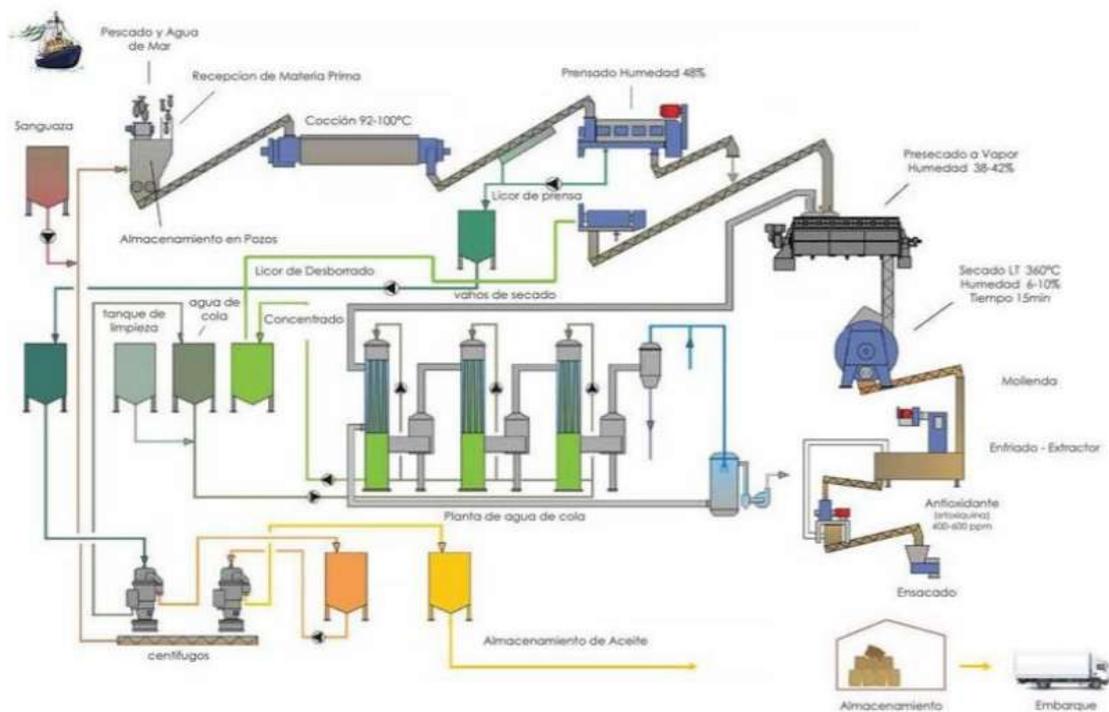


Figura 4. 1 Diagrama de proceso

Fuente: (JUNSA, 2019)

El secado convectivo con aire caliente proporciona harina de alta calidad con control preciso de humedad, pero con una menor eficiencia energética y gran volumen de gases de salida a ser tratados. Por ello, los secadores SRI desarrollados por ENERCOM unifican lo mejor de estas dos técnicas de secado conductivo y convectivo en un solo equipo, logrando proteínas de alta calidad con buena eficiencia energética, mínimo impacto ambiental y bajos costos de inversión y operación. (Enercom S.A. - Secadores industriales y soluciones de procesos térmicos», 2009).

Para la implementación de las nuevas máquinas y el nuevo proceso de secado de la harina de pescado se requiere una reestructuración de todo el sistema eléctrico y de sus generadores. Teniendo como objetivo la mejora continua de los procesos, el eficiente uso de la energía eléctrica producida por los generadores, el ahorro energético y la disminución de los costos de producción. Como se describe en el ANEXO 2: Vista general del proyecto completo.

#### **4.2. Estructura del sistema de secado (SRI)**

##### **Secado Convectivo por Medio de un Tambor Rotatorio.**

1. Sistema de calentamiento indirecto de los gases de secado mediante:

Generador de gases calientes o Cámara de combustión Enercom, totalmente automatizada con opción de quemar cualquier tipo de combustible, según regulación (Fuel Oil N25 o N04, Diesel, gas natural, etc.).

- Intercambiador de calor tipo Gas-Gas.
- Recirculación de los gases de combustión para la dilución y control de la temperatura de los gases de entrada al intercambiador de calor de modo de proteger los tubos y asegurar una larga vida de servicio.

2. Gas de secado: Mezcla de vapor de Agua Aire (agua-80%, aire 20%).

3. Recirculación de vahos: 75% al 85% de los gases de salida del secador son recirculados y reutilizados como gases de secado. Infiltración controlada de aire, temperatura de bulbo húmedo entre 96 y 97°C.

#### **4.3. Ventajas de los secadores SRI Enercom.**

Se obtiene eficiencia energética y bajos costos de operación con el secador SRI ENERCOM, principalmente debido a las siguientes cualidades:

1. Los gases de escape pueden usarse en evaporadores de película descendente (WHE). La composición es idéntica a los generados por los secadores conductivos tipo rotatubos y rotadiscos (20% aire, 80% vapor).
2. Puede usarse cualquier combustible, según sus precios relativos (fuel oil N9 5 o N-9 6, GN, diesel, incluso carbón).
3. Los gases de salida a ser tratado son bajos, no requiriendo costosos equipos para su tratamiento.
4. Trabaja a presión cercana a la atmosférica, por lo que no requiere certificación para equipos a presión (ej. ASME).

#### 4.4. Esquema general del nuevo sistema implementado.

En el sector costero, principalmente en el área de santa Elena el suministro eléctrico es uno de los puntos más vulnerables, esto es debido a la poca inversión del gobierno central en infraestructura. Por ello nuestro estudio va canalizado a la implementación de un sistema alternativo para suplir la demanda energética de la planta industrial de harina de pescado. Con este sistema de generación tendrían toda la potencia necesaria y a la hora que se necesite, ya que se tendría la potencia en forma inmediata y sin depender de la empresa eléctrica local. En la figura 4.2. se puede observar el esquema general del sistema para optimizar el consumo energético de la planta de harina de pescado.

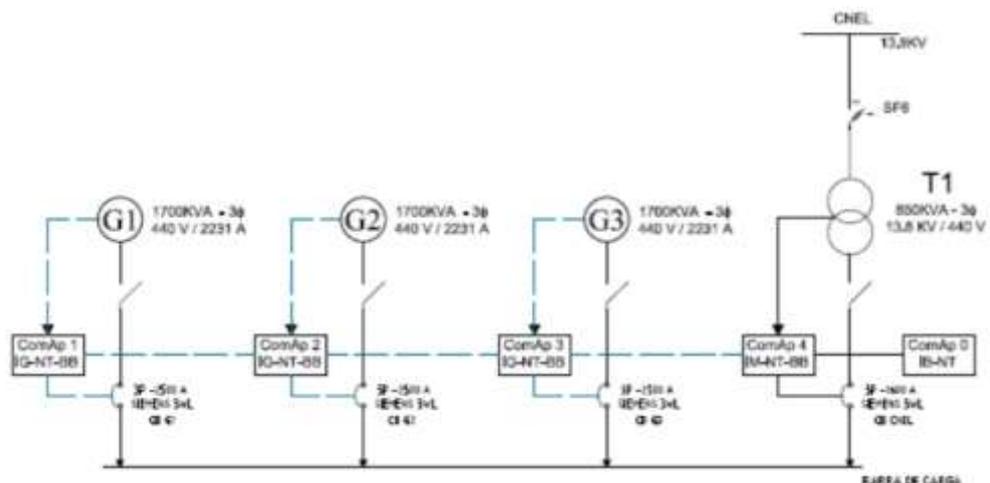


Figura 4. 2 Esquema general del Sistema de sincronismo

Fuente: El Autor

En la figura 4.3 se puede observar en el diagrama de bloques de la nueva estructura eléctrica para optimizar el consumo energético de la planta de harina de pescado.

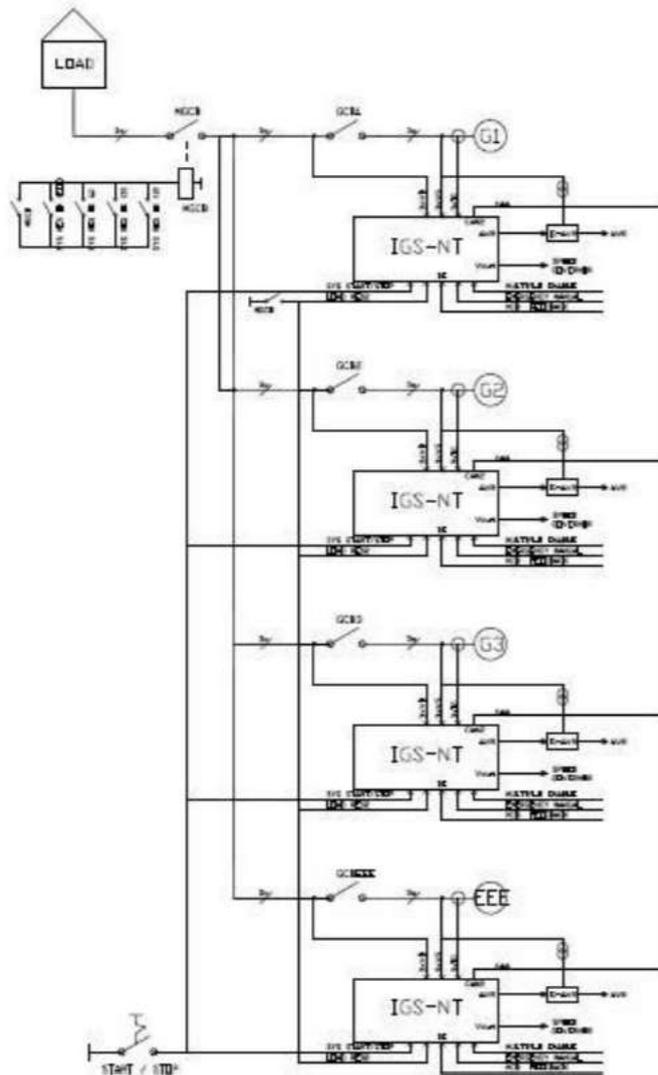


Figura 4. 3 Diagrama en bloque

Fuente: El Autor

Las potencias eléctricas estarán disponibles para la alimentación de la carga, de acuerdo a los requerimientos de la producción y cantidad de pesca ingresada a la planta de harina. Teniendo con la empresa eléctrica local con 850 kva, dos generadores eléctricos de 1700 kva y un tercero en stand by de 1000 kva. Cuando exista poca pesca (entre 200 y 500 Ton), solo se trabajará con la potencia suministrada por CNEL con 850 kva y un generador de 1700 kva, cuando exista mediana cantidad de pesca (entre 500-1000 Ton) se trabajará con los dos generadores de 1700 kva. Como alternativa al daño o mantenimiento de uno de los generadores principales, se tendrá de respaldo el tercer generador con 1000 kva. y como último recurso de suministro eléctrico ante un eventual daño o falla de los dos generadores

principales, se obtendrá el suministro de eléctrico mediante el tercer generador con 1000 kva y el suministro de CNEL con 850 kva.

En el esquema de la figura 4.4 se puede observar la descripción esquemática del sistema de sincronización en forma completa, que consta:

CB G1, CB G2, CB G3 Y CB CNEL son los disyuntores motorizados con bobinas de apertura y cierre de fuerza de los generadores y energía eléctrica pública.

COMAP 1, COMAP 2, COMAP 3, COMAP 4 son los controladores para el sistema de sincronización.

ECU G1, ECU G2, ECU G3 que son las señales de control del generador vía can.

AVR G1, AVR G2, AVR G3 son las señales de control de velocidad de los generadores.

OFF/ON G1, OFF/ON G2, OFF/ON G3 son las señales de control remoto de apagado/encendido de los generadores.

COMAP 0 es el controlador principal de la red para monitoreo vía remota del estado de operación del sistema.

#### **4.4.1. Cuando la pesca sea en poca cantidad.**

Cuando la pesca sea en pocas cantidades se iniciará la operación de la planta con el suministro eléctrico de CNEL y se encenderá el generador # 1, cerrando los disyuntores en caja abierta de CNEL y G#1 del módulo de sincronismo y funcionando en paralelo. Una vez, que el repartidor de carga se encuentra con suministro eléctrico asumirá toda la carga que se encuentre en el momento de comenzar a procesar.

En la figura 4.4. se muestra el diagrama unifilar del sistema de sincronización para la planta industrial Junsá.

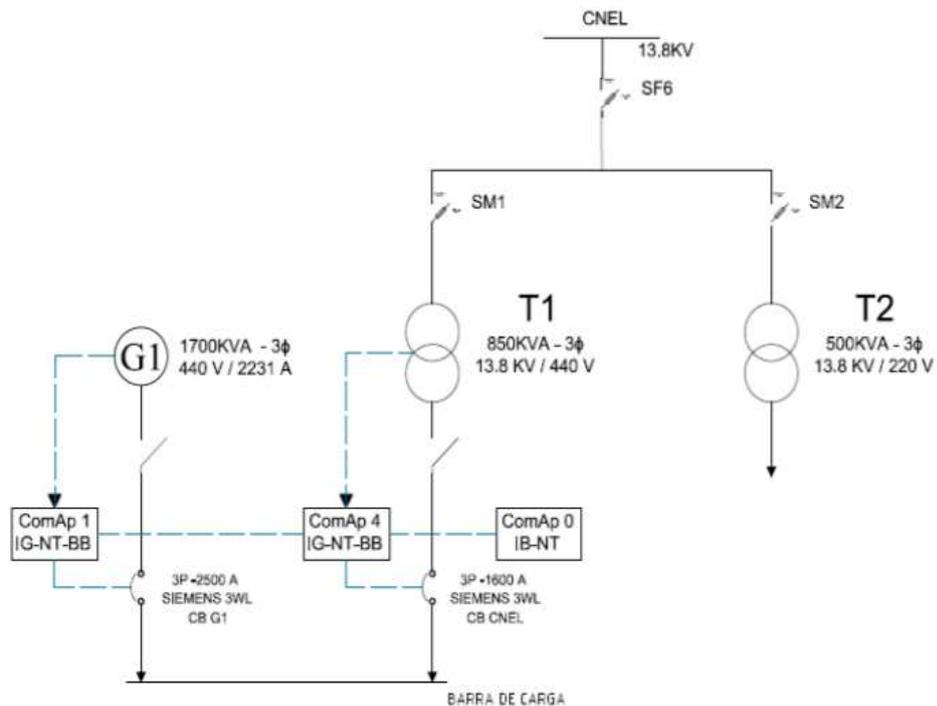


Figura 4. 4 Sistema de sincronismo entre un generador y empresa eléctrica

Fuente: El Autor

Concluida la producción, se iniciará el apagado de los motores y máquinas que ya no sean necesarias para terminación del proceso, cuando la carga se encuentre en el orden del 30%, se procederá al apagado del G#1 y terminara la producción con la potencia de CNEL. De acuerdo al diagrama de flujo de a continuación.

#### 4.4.2. Cuando la pesca sea en mediada y grandes cantidades.

Cuando la pesca sea en medianas cantidades se iniciará la operación de la planta con el encendido de los generadores # 1 y 2, cerrando los disyuntores en caja abierta de G#1 y G#2 del módulo de sincronismo y funcionando en paralelo. Una vez, que el repartidor de carga se encuentra con suministro eléctrico de los generadores asumirá toda la carga que se encuentre en el momento de comenzar a procesar.

En la Figura 4.5.se muestra el diagrama unifilar del sistema de sincronización planteado.

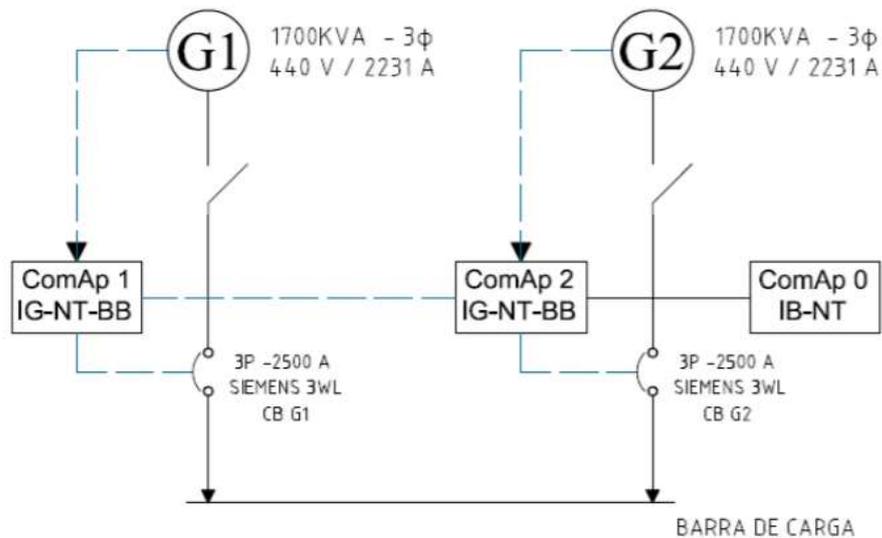


Figura 4. 5 Sistema de sincronismo entre dos generadores

Fuente: El Autor

Concluida la producción, se iniciará el apagado de los motores y maquinas que ya no sean necesarias para terminación del proceso, cuando la carga se encuentre en el orden del 40%, se procederá al apagado del G#2 y terminara la producción con la potencia de G#1. De acuerdo al diagrama de flujo de a continuación.

#### 4.4.3. Cuando exista algún daño o fallas de los generadores #1 o # 2.

Ante la falla, avería o mantenimiento de uno de los generadores principales, existe el generador # 3 de Stand By, el mismo que también está en la capacidad de suministrar potencia eléctrica al sistema de sincronización y en paralelo con las cargas. Iniciando con el encendido del generador que se encuentre disponibles (es decir G#1 o G#2), luego con el generador #3 y el suministro de la empresa eléctrica CNEL, cerrando el disyuntor en caja abierta de G#1 o G#2, luego el G#3 y EEE.

De los módulos de sincronismo y funcionando en paralelo. Una vez que el repartidor de carga se encuentre con suministro asumirá toda la carga que se encuentre en el momento de comenzar a procesar. Como se indica en el diagrama de unifilar del sistema de sincronización mostrado en la Figura 4.6.

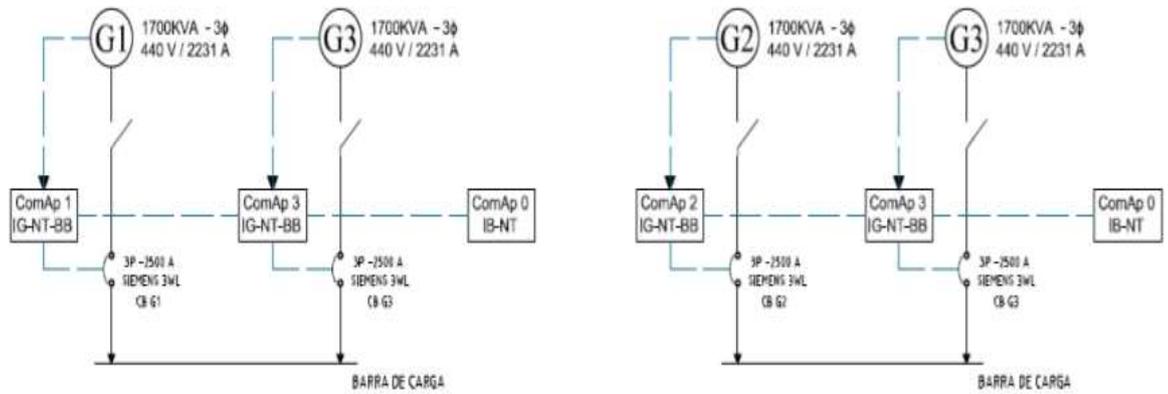


Figura 4. 6 Sistema de sincronismo entre generador stand by y G# 1 o G#2

Fuente: El Autor

Concluida la producción, se iniciará el apagado de los motores y maquinas que ya no sean necesarias para terminación del proceso, cuando la carga se encuentre en el orden del 50%, se procederá al apagado del G#3 y terminara la producción con la potencia de generador disponible y CNEL. De acuerdo al diagrama de flujo de A CONTINUACIÓN.

#### 4.4.4. Cuando exista algún daño o falla de los generadores # 1 y 2.

Ante la falla, avería o mantenimiento de los generadores principales, existe el generador # 3 de Stand By, el mismo que también está en la capacidad de suministrar potencia eléctrica al sistema de sincronización y en paralelo con las cargas. Iniciando con el encendido del generador # 3, luego con el generador #3 y el suministro de la empresa eléctrica CNEL, cerrando el disyuntor en caja abierta del G#3 y EEE. De los módulos de sincronismo y funcionando en paralelo.

Una vez que el repartidor de carga se encuentre con suministro asumirá toda la carga que se encuentre en el momento de comenzar a procesar. Como se indica en el diagrama de unifilar del sistema de sincronización mostrado en la Figura 4.7.

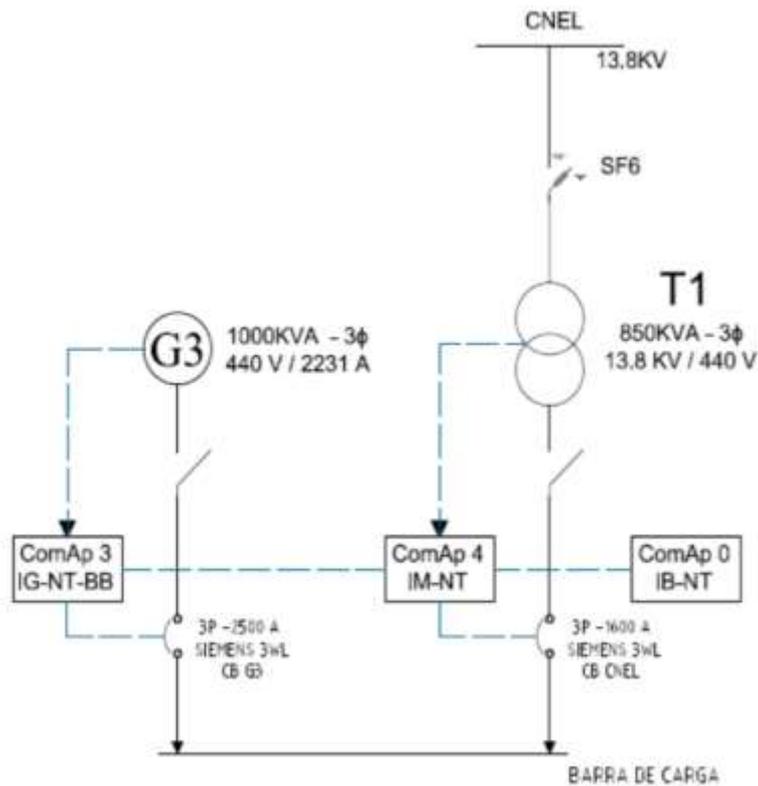


Figura 4. 7 Sistema de sincronismo entre generadores stand by y la Empresa eléctrica

Fuente: El Autor

Concluida la producción, se iniciará el apagado de los motores y maquinas que ya no sean necesarias para terminación del proceso, cuando la carga se encuentre en el orden del 30%, se procederá al apagado del G#3 y terminara la producción con la potencia disponible de Cnel.

#### 4.4.5 Fallas en la red de suministro eléctrico público.

Se debe considerar falla en el suministro eléctrico de la red pública cuando ocurran los siguientes eventos:

- Pérdida total de la tensión a la entrada del disyuntor principal de la red.
- Pérdida parcial en cualquiera de las fases de la tensión de entrada de la red.
- Sobre voltaje o exceso del límite superior de voltaje de la red.
- Bajo voltaje o límite inferior de voltaje de la red.
- Sobre frecuencia o exceso del límite superior de frecuencia de la red.
- Baja frecuencia o límite inferior de frecuencia de la red.

#### **4.5. Modos de operación del sistema de sincronización y transferencia de energía eléctrica.**

En el diseño propuesto del proyecto, el tablero del sistema de sincronización y transferencia de energía eléctrica, cuenta con dos formas de operar el sistema:

-Modo Manual

-Modo Automático

##### **4.5.1. Modo manual.**

Este modo de operación permite el encendido de los generadores eléctricos individual, activar (abrir/cerrar) los disyuntores y repartir las cargas. Inicialmente y cuando la carga eléctrica no supere los 500 kva, el suministro eléctrico será abastecido por CNEL (CNEL-STE) que alimentara un transformador de 850 kva de 13.8 Kv / 440 Vca para el área administrativa, descarga de pesca desde las chatas a la planta industrial, los calderos y planta de agua cola.

Para continuar con el proceso de la fabricación de harina de pescado se encenderán las demás máquinas, cuando la carga exceda los 700 kva será necesario el encendido del generador # 1 de 1700 kva. Cuando la potencia de la carga sea incrementada a 1500 kva, será necesario el encendido del generador # 2 y sincronizarlo con el generador #1 que ya se encuentra en operación. Teniendo como potencia disponible 3.4 MVA.

Con este método de encendido, el operador debe observar continuamente el incremento de carga, la disponibilidad de los generadores y los controladores ComAp para realizar en forma correcta la sincronización de los equipos cuando los parámetros del controlador lo indiquen.

##### **4.5.2. Modo automático.**

Este modo de operación se aplicará las características STAND BY; es decir, en caso de falla de la red pública, el sistema de control realizara las maniobras de acoplamiento en paralelo y sincronismo de generadores, maniobra de conmutación y reparto de carga. Así también, cuando la energía eléctrica retorne, se encargará de la conmutación hacia la energía principal y apagará en forma automática los generadores que se encuentren acoplados.

#### 4.6. Cuarto de tableros de sincronización

El cuarto de tableros de sincronismo es donde estará la barra común de potencias de todos los generadores y transformador principal, los breakers en caja moldeada con sus accesorios de accionamiento y los controladores del sistema de sincronización de toda la planta.

Para el cálculo de las breakers de protección en caja abierta de los generadores se presenta a continuación:

##### Cálculo de los Breakers:

Generador # 1 de 1700kvA

$$\begin{aligned}kw &= kvA * f.p \\ &= 1700 * 0.9 \\ &= 1530kw\end{aligned}$$

$$I = \frac{W}{E*\sqrt{3}}$$

$$I = \frac{1530000}{440*1.73}$$

$$I = 2009.72$$

Protección G # 1 Breakers regulable de 1000-2500 amp.

Protección G # 2 Breakers regulable de 1000-2500 amp.

Generador # 3 de 1000kvA

$$\begin{aligned}kw &= kvA * f.p \\ &= 1000 * 0.9 \\ &= 900kw\end{aligned}$$

$$I = \frac{W}{E*\sqrt{3}}$$

$$I = \frac{900000}{440*1.73}$$

$$I = 1182.72$$

Protección G # 3 Breakers regulable de 1000-2500 amp.

Generador # 2 de 1700kvA

$$\begin{aligned}kw &= kvA * f.p \\ &= 1700 * 0.9 \\ &= 1530kw\end{aligned}$$

$$I = \frac{W}{E*\sqrt{3}}$$

$$I = \frac{1530000}{440*1.73}$$

$$I = 2009.72$$

Transformador CNEL de 850 kvA

$$\begin{aligned}kw &= kvA * f.p \\ &= 850 * 0.9 \\ &= 765kw\end{aligned}$$

$$I = \frac{W}{E*\sqrt{3}}$$

$$I = \frac{765000}{440*1.73}$$

$$I = 1004.86$$

Protección del Transformador, breakers regulable de 500-0450 amp.

A continuación, se muestra en la Figura 4.8.



*Figura 4. 8 Cuarto del Sistema de sincronización*

*Fuente: El Autor*

#### **4.6.1 Controlador IntelliGen NT ComAp para sincronización con generador # 1**

Para el control de sincronización de los generadores se emplean los controladores IntelliGen NT por cada unidad de generación, los mismos que permiten controlar íntegramente las funciones de los generadores a través de sus puertos de comunicación CAN, así como también sus sistemas de motorización, la apertura y cierre del breakers y la gestión de control de potencias eléctricas. Como se indica en la Figura 4.9.



*Figura 4. 9 Tablero del Sistema de sincronización G#1*

*Fuente: El Autor*

#### **4.6.2 Controlador IntelliGen NT ComAp para sincronización con generador # 2**

Para el control de sincronización de los generadores se utilizarán los controladores IntelliGen NT por cada unidad de generación, los mismos que permiten controlar íntegramente las funciones de los generadores a través de sus puertos de comunicación CAN, así como también sus sistemas de motorización, la apertura y cierre del breakers y la gestión de control de potencias eléctricas. Como se indica en la Figura 4.10.



*Figura 4. 10 Tablero del Sistema de sincronización G#2*

*Fuente: El Autor*

#### **4.6.3 Controlador IntelliGen NT ComAp para sincronización con generador # 3**

Para el control de sincronización de los generadores se utilizarán los controladores IntelliGen NT por cada unidad de generación, los mismos que permiten controlar íntegramente las funciones de los generadores a través de sus puertos de comunicación CAN, así como también sus sistemas de motorización, la apertura y cierre del breakers y la gestión de control de potencias eléctricas. Como se indica en la Figura 4.11.



*Figura 4. 11 Tablero del Sistema de sincronización G#3*

*Fuente: El Autor*

#### **4.6.4 Controlador InteliMain NT ComAp para sincronización con transformador de 850 kva.**

Para el control de sincronización de sistema eléctrico del transformador de 850 kva se usará un controlador InteliMains NT, el mismo que permite controlar íntegramente las funciones de los generadores a través de sus puertos de comunicación CAN, así como también sus sistemas de motorización, la apertura y cierre del breakers y la gestión de control de potencias eléctricas. Como se indica en la Figura 4.12.



Figura 4. 12 Sistema de sincronización con sistema eléctrico del transformador de 850 kva

Fuente: El Autor

#### 4.7. Cuarto de Generadores

Los generadores serán re ubicados en un solo cuarto, acondicionado para estar en óptimas condiciones, tanto de operatividad como funcionales y evitar que el aire salino o brisa del mar afecte su operatividad.

Los Generadores existente son:

Generadores 1 y 2 Cat 3504 B

Potencia en Prime: 1700 Kva

1360 Kw.

Corriente: 2231 amp.

Voltaje: 220-13800 Voltios

Generador 3 3404 B

Potencia en Prime: 900 kva

810 Kw.

Corriente: 0400 amp.

Corriente: 440 Voltios

A continuación, se muestra la Figura 4.13.



Figura 4. 13 Cuarto de generadores  
*Fuente: El Autor*

#### **4.8. Cuarto de los tableros tipos MCC de las nuevas líneas de Aire caliente (SRI)**

En la implementación de las nuevas líneas de secado de harina de pescado, se debe considerar las potencias de todos los motores nuevos que componen las dos líneas nuevas de procesos y se procederá al desmontaje de las líneas de secado tradicional. Por tal motivo se construir un cuarto eléctrico independiente para cada línea de secado, donde se alojan los sistemas de fuerza y control. Como se indica en la Figura 4.14.

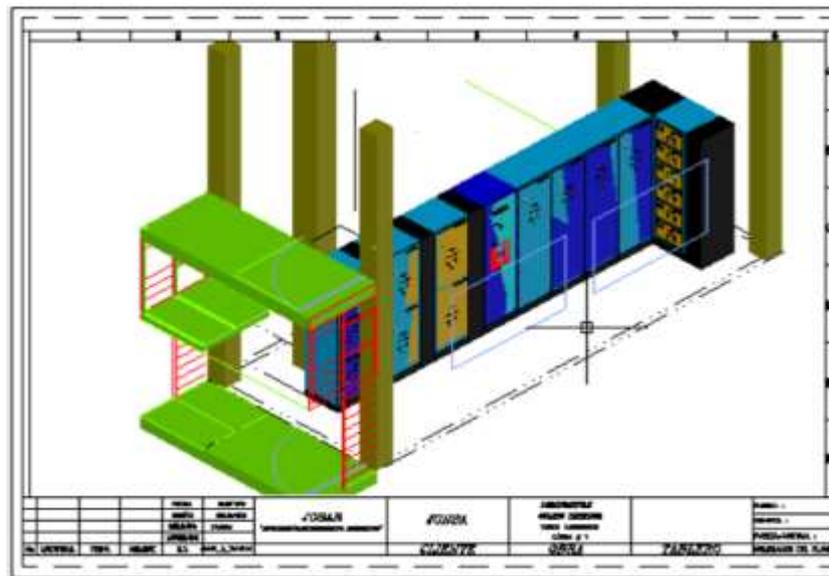


Figura 4. 14 Cuarto eléctrico MCC de Líneas de aire caliente

*Fuente: El Autor*

Está compuesto por dos tableros iguales, donde estarán los arrancadores suaves y sistema de arranques de los motores de varias potencias que conforman este sistema.

Para el cálculo de las breakers de protección en todos los motores y el Breakers principal se presenta la tabla 4.1.

#### Línea de aire caliente (SRI)

Tabla 4. 1 # 1 Potencia utilizada en LT # 1

Descripción	Potencia (HP)	Corriente (Corriente)
Motor ventilador de harina	250 HP	283
Motores extractores de gases (2u)	200 HP x 2	230 x 2 = 460
Motor Ventilador recirculador de aire	200 HP	230
Motor molinos de martillo (2u)	100 HP x 2	115 x 2 = 230
Motor del Secador rotativo	100 HP	115
Motor ventilador de combustión	60 HP	67
Motor transportador de alimentación a molinos	15 HP	21,5
Motor transportador recolector de finos	10 HP	14,4
Motor transportador salida de molinos (2u)	10 HP	14,4 x 2 = 28,8
Motor válvulas rotativas (2u)	5 HP	6,5 x 2 = 13
Motor transportador transversal de secador	7.5 HP	11,6
Motor recolector de gruesos en molinos (2u)	7,5 HP	11,6 x 2 = 23,2
Tablero de control de temperaturas	10 HP	14,4

Fuente: El Autor

La potencia total en 440 V., es de 1511,9 Amperios

$I_{\text{nominal}} \times 1,3 = 1965,47 \text{ A}$ . Se redondea a 2000 A.

Breakers principal de protección de los tableros tipo MCC de la línea de aire caliente # 1 será regulable de 1000 – 2500 amp. Caja abierta con supervisor de tensión y protección por disparo bobina de mínima tensión. En el anexo 7, diagrama de físico del tablero MCC de la línea de aire caliente # 1

#### Línea de aire caliente (SRI) # 2

Tabla 4. 2 Potencia utilizada en LT # 2

Descripción	Potencia (HP)	Corriente (Corriente)
Motor ventilador de harina	250 HP	283
Motores extractores de gases (2u)	200 HP x 2	230 x 2 = 460
Motor Ventilador recirculador de aire	200 HP	230
Motor molinos de martillo (2u)	100 HP x 2	115 x 2 = 230
Motor del Secador rotativo	100 HP	115
Motor ventilador de combustión	60 HP	67
Motor transportador de alimentación a molinos	15 HP	21,5
Motor transportador recolector de finos	10 HP	14,4
Motor transportador salida de molinos (2u)	10 HP	14,4 x 2 = 28,8
Motor válvulas rotativas (2u)	5 HP	6,5 x 2 = 13
Motor transportador transversal de secador	7.5 HP	11,6
Motor recolector de gruesos en molinos (2u)	7,5 HP	11,6 x 2 = 23,2
Motor bomba de combustible (bunker)	5 HP	6,5
Tablero de control de temperaturas	10 HP	14,4

Fuente: El Autor

La Potencia total en 440 V es de 1518,4 Amperios.

La I nominal x 1,3 = 1973,92 amp. Redondeando a 2000 amp.

Breakers principal de protección de los tableros tipo MCC de la línea de aire caliente # 2 será regulable de 1000 – 2500 amp en caja abierta con supervisor de tensión y protección por disparo bobina de mínima tensión. En el anexo 8, diagrama de físico del tablero MCC de la línea de aire caliente # 2.

#### 4.8.1 Arrancadores electrónicos suaves o partidores suaves

Los arrancadores electrónicos suaves son equipos que controlan la corriente máxima utilizada en los picos de arranque de los motores de grandes potencias. Para esta aplicación se usará la marca Danffos modelo MCD 3220, ya que permite controlar la corriente de arranque y parada en 3 veces su corriente nominal. Con ello se logra que no tenga caídas de voltaje la acometida ni los generadores tengan problemas de estabilidad al momento del arranque de estos motores.



*Figura 4. 15 Arrancador suave Danfoos Modelo MCD 3000*

Fuente: El autor

En el anexo 9, se presenta el diagrama unifilar del sistema completo implementado

## CONCLUSIONES

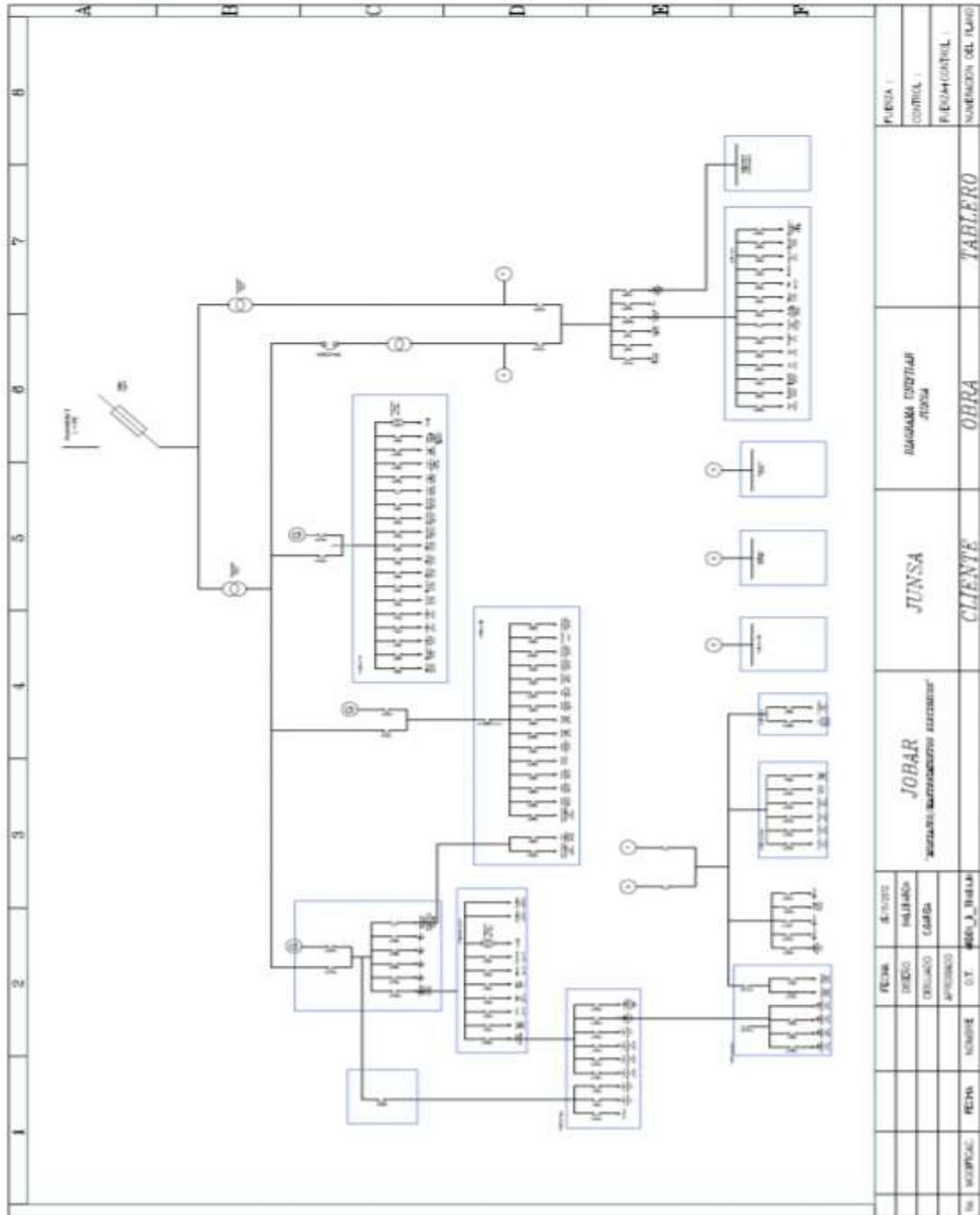
- La implementación del sistema de sincronización de los tres generadores le ha permitido a la fábrica Industrial Pesquera Junín, utilizar en forma más eficiente la energía generada por tres grupos electrógenos.
- El proceso de sincronización de tres generadores de voltajes para que sean acopladas en un solo bus de carga o repartidor de carga, donde para sumar las potencias de cada fuente se debe realizar la variación de voltajes y frecuencia para que en el momento exacto se acoplen y sea tomado como una sola sumatoria de potencias.
- Al disponer de energía eléctrica en una sola barra común, permitirá ahorrar el consumo de combustibles ya que la energía producida solo será consumida de acuerdo a la necesidad de producción y la cantidad de materia prima disponible.
- Una solución menos costosa y más rápido su implementación, el sistema de sincronización de tres generadores de 1700 KVA cada uno y el suministro eléctrico de CNEL con 850 KVA a un repartidor de carga o concentrador de potencias, en el análisis de las potencias para los generadores se calculan diversas alternativas de funcionabilidad. Con dos generadores + Empresa eléctrica aporta 3250 KVA, que sería suficiente para la producción.
- Si se tiene un corte de tensión, con los tres Generadores se abastece la energía y se puede operar con normalidad. En el caso de una avería con uno o dos generadores funcionaría la planta con una línea de producción, ya que sumaría 2050 kVA.
- La instalación de las nuevas líneas de aire caliente (SRI), para mejorar la calidad de harina, permitirá ser más competitivos y convertirse en la primera industria en usar este sistema de secado incrementando el grado de proteínas y obtener la harina súper Premium.
- Con el sistema instalado, se podrá implementar los programas de mantenimientos preventivos y disponer de potencia eléctrica en stand by.

## **RECOMENDACIONES**

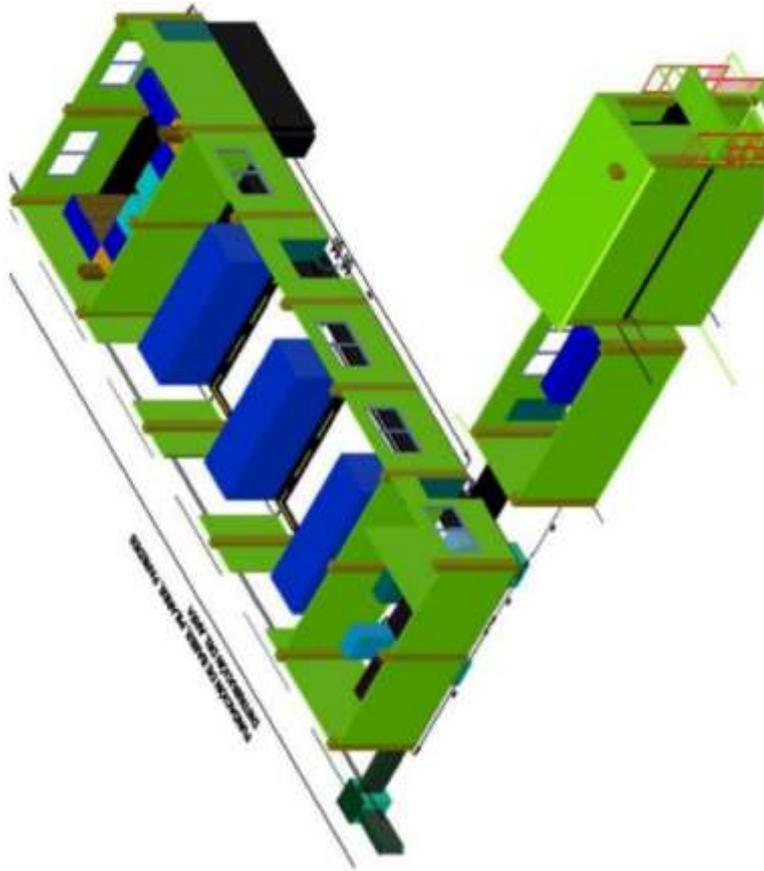
- Se recomienda mantener un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas eléctricos y mecánicos para evitar el deterioro acelerado de los equipos.
- Mantener un monitoreo y limpieza periódica de línea de alimentación de los generadores para evitar fallas que producirían paradas en la producción.
- Programar cursos de capacitación dirigido al personal de operación y mantenimiento, para evitar maniobras indebidas y daños en los equipos.

## ANEXOS

### Anexo 1: Diagrama unifilar de sistema antiguo de producción y generación

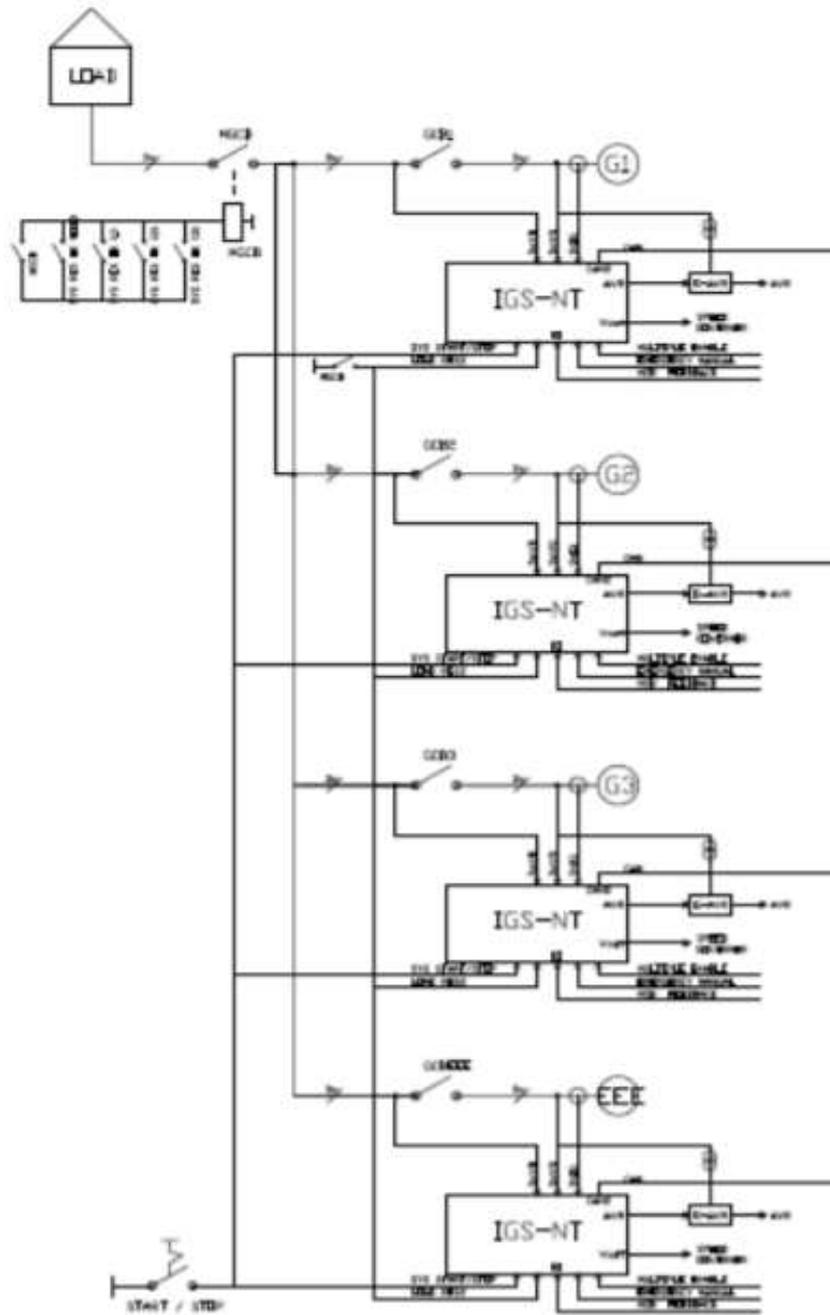



**Anexo 2: Vista general del proyecto completo implementado**



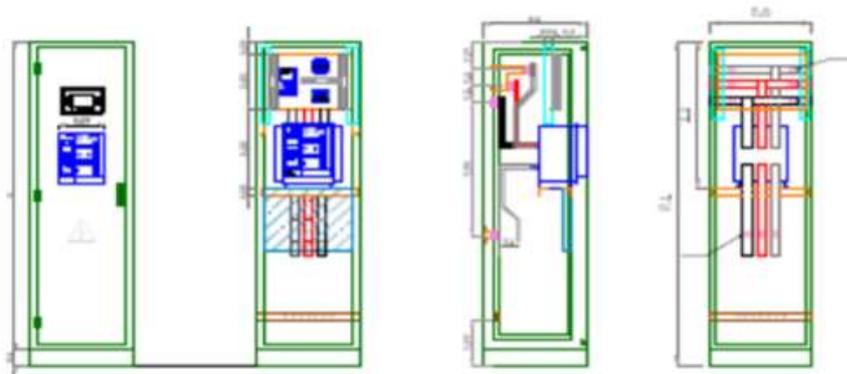
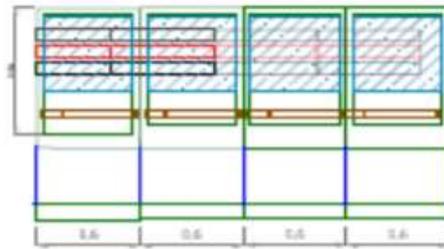
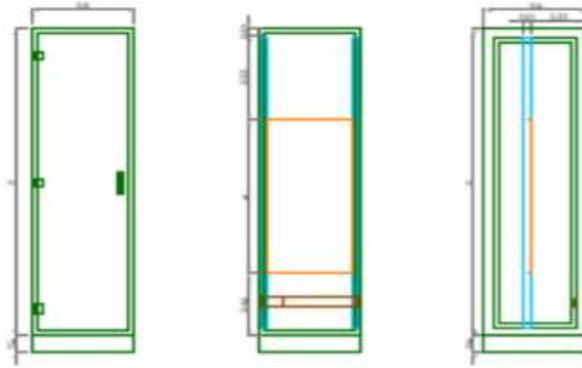


**Anexo 4: Diagrama de conexiones generales de los sistemas de control del ComAp a los Generadores.**





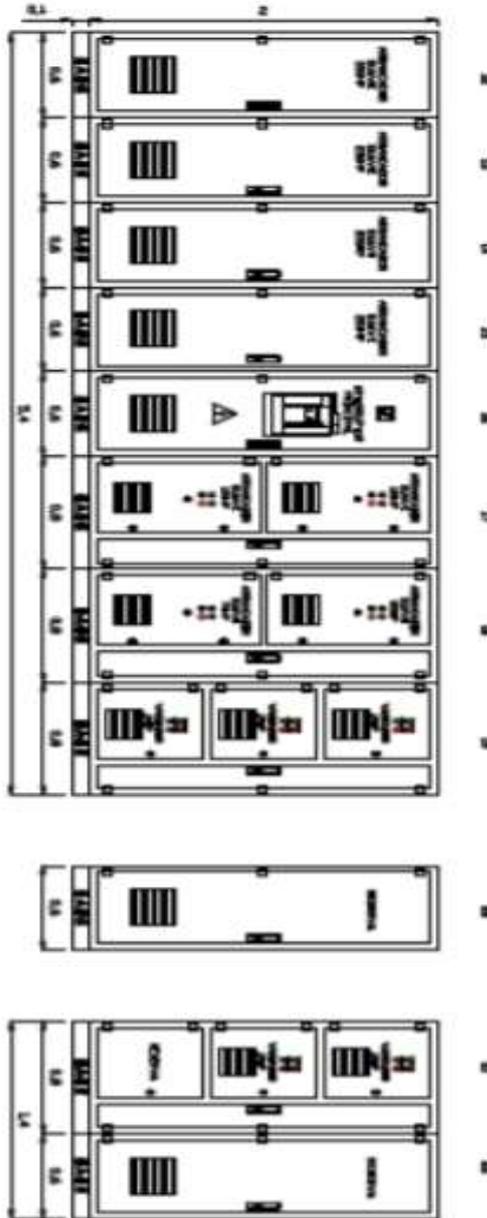
## Anexo 6: Diagrama de físico del tablero de sincronización



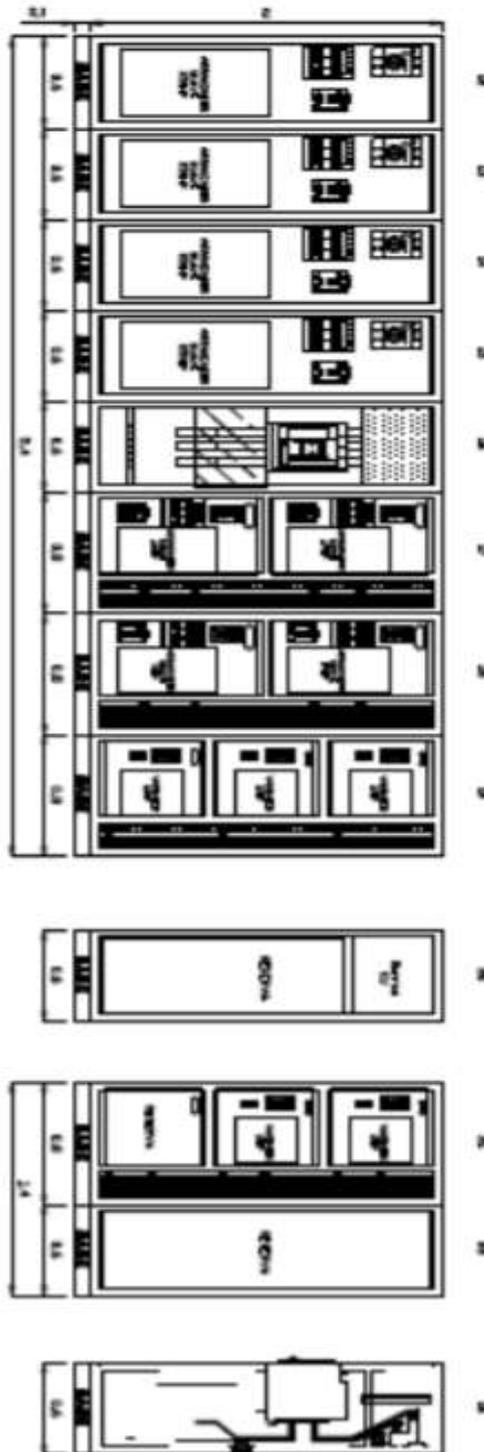




Anexo 8: Diagrama de físico del tablero MCC de la línea de aire caliente # 2.



Anexo 8.1: Diagrama de físico interno del tablero MCC de la línea de aire caliente # 2.





## Bibliografía

- CEUPE. (2018). *QUÉ ES UN GENERADOR ELÉCTRICO*. Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-un-generador-electrico.html>
- Colmenar Santos, A., & Hernández, J. (2014). *Instalaciones Eléctricas en baja tensión*. Madrid: Grupo Editorial RA-MA.
- Cortés Cherta, M. (2008). *Máquina eléctrica en general*. Madrid: Reverté S.A.
- ComAp. (s. f.-a). InteliLite NT AMF 8. Recuperado 11 de julio de 2019, de ComAp Website website: <https://comap-control.com/products/detail/intelilite-nt-amf-8>
- ComAp. (s. f.-b). InteliLite NT MRS 10. Recuperado 11 de julio de 2019, de ComAp Website website: <https://comap-control.com/products/detail/intelilite-nt-mrs-10>
- ComAp, C. (2010). ComAp—InteliMains NT BaseBox—Unidad base del controlador de supervisión de red. Recuperado 11 de julio de 2019, de <https://www.comap-control.com/products/detail/intelimains-nt-basebox#prettyPhoto>
- ComAp, C. (2019, marzo). ComAp—InteliGen NT BaseBox. Recuperado 11 de julio de 2019, de <https://www.comap-control.com/products/detail/inteligen-nt-basebox>
- ComAp, C. (s. f.-c). InteliNano NT Plus. Recuperado 8 de julio de 2019, de ComAp Website website: <https://comap-control.com/products/detail/intelinano-nt-plus>
- ComAp, C. (s. f.-d). InteliVision 5 CAN. Recuperado 11 de julio de 2019, de ComAp Website website: [https://comap-control.com/products/detail/intelivision\\_5\\_can](https://comap-control.com/products/detail/intelivision_5_can)

ComAp, C. (s. f.-e). InternetBridge-NT. Recuperado 11 de julio de 2019, de ComAp Website website: <https://comap-control.com/products/detail/internetbridge-nt>

Direct Industry. (2019). *Breakers de potencia de caja abierta Sentron3WL*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/>

Disyuntores SIEMENS. (2017). Obtenido de <https://www.directindustry.es/producto-fabricante/disyuntor-siemens-62096-199.html>

Enercom S.A. - Secadores industriales y soluciones de procesos térmicos. (2009). Recuperado 11 de agosto de 2019, de <https://www.enercom.cl/#!/es>

ENERCON. (2019). *Secador rotativo*. Obtenido de <https://www.enercom.cl/#!/es/equipos>

IFM. (2019). *Secadores*. Obtenido de <https://www.ifm.com.pe/secadores.html>

Ingeniería Mecafenix. (2018). *Tablero de control*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/>

JOBAR. (2019). *Envasado*. Obtenido de <http://www.jobarsa.com/>

Juárez Cervantes, J. (1995). *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. México: Universidad Autónoma Metropolitana UAM.

JUNSA. (2019). *Diagrama de proceso*. Obtenido de <http://junsa.com.ec/proceso-de-produccion.html>

Marquez A. (s. f.). (PDF) Maquinas Electricas y Sistemas de Potencia | armando marquez—Academia.edu. Recuperado 4 de agosto de 2019, de [https://www.academia.edu/10506357/Maquinas\\_Electricas\\_y\\_Sistemas\\_de\\_Potencia](https://www.academia.edu/10506357/Maquinas_Electricas_y_Sistemas_de_Potencia)

Montilla, X. (s. f.). *Concepto de Breakers eléctricos*. Recuperado de [https://www.academia.edu/10884495/Concepto\\_de\\_Breakers\\_electricos](https://www.academia.edu/10884495/Concepto_de_Breakers_electricos)

NETCOM TECHNOLOGIES S.L. (2018). *Curva de desconexión de un breakers*.

Obtenido de <https://www.netcom.es/inn/web/>

*Proceso de la harina de pescado*. (s. f.). 21.

Ramirez Medina Hugo Javier, S. B. R. (2012). *Diseño y construcción de un tablero de transferencia y sincronización de generadores de emergencia con plc y pantalla táctil* (ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE

CHIMBORAZO). Recuperado de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3058>

Rodríguez, R. (2019). *Desigualdad de secuencia de fases, las lámparas no brillan simultáneamente*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-6-Desigualdad-de-secuencia-de-fases-las-lamparas-no-brillan-simultaneamente\\_fig6\\_319990656](https://www.researchgate.net/figure/Figura-6-Desigualdad-de-secuencia-de-fases-las-lamparas-no-brillan-simultaneamente_fig6_319990656)

siemens AG. (2109). *Interrupidores automáticos abiertos—Sistemas y Productos de Baja Tensión—Siemens [WCMS3Article]*. Recuperado 5 de agosto de 2019, de <http://w3.siemens.com/powerdistribution/global/es/lv/product-portfolio/pages/interruptores-automaticos-abiertos.aspx>

Tecnología3d. (2019). *Partes de un generador eléctrico*.

Viteri Morales, Gabriel, L. F., Adrian. (2010). *Aplicación de Fusibles e Interruptores Termomagnéticos*. 106. Recuperado de

<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/129834/D-83307.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, **Barco López, José Luis** con C.C: 0914889720 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio e Implementación del Sistema de Sincronización de Tres Generadores Eléctricos con la Red Pública de CNEL para una Fábrica de Harina de Pescado en Chanduy; Provincia de Santa Elena**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico-Mecánica** 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, 12 de septiembre del 2019

---

**Barco López, José Luis**  
C.C: 0914889720



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



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

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Estudio e Implementación del Sistema de Sincronización de Tres Generadores Eléctricos con la Red Pública de CNEL para una Fábrica de Harina de Pescado en Chanduy; Provincia de Santa Elena.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Barco López, José Luis		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico-Mecánica		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico-Mecánica		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	12 de septiembre del 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	107
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Máquinas eléctricas, Generación eléctrica, Distribuciones eléctricas.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Sincronización, Repartidor de cargas, Arrancadores suaves, Generadores, Transformadores.		
<b>RESUMEN:</b>	<p>El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la solución al problema de requerimiento energético de la “Industrial Pesquera Junín” Junsa para mejorar su producción de harina de pescado y convertirse en la primera industrial en Producir harina de calidad Premium secada a baja temperaturas o también llamado Nuevo secado con aire caliente con recirculación intensiva (SRI). En la actualidad el suministro eléctrico proporcionado por la CNEL-Santa Elena, solo provee de una potencia máxima de 850 KVA en 440 V. pero para la instalación de Junsa con su nueva maquinaria y equipos de proceso se necesitan alrededor de 3.500 KV en el encendido de motores principales y para trabajo continuo 2500 KVA.</p> <p>La metodología emplea es descriptiva, pues se caracterizan componentes y dispositivos de un sistema eléctrico de potencia con 3 generadores sincronizados a la red pública. Es exploratoria pues se debe plantear la solución de potencia eléctrica para abastecer las nuevas maquinarias para producción de harina premium en la empresa Junsa. El resultado esperado es el diseño y aportaciones de conexiones, de un banco de 3 generadores sincronizadas a la red pública de Santa Elena.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +5939875461547	E-mail: jose_barco2012@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre: Ing. Orlando Philco Asqui</b>		
	<b>Teléfono: +593-9-2209602275</b>		
	<b>E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec</b>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			