



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Implementación de sistema de transferencia automático de energía eléctrica,
distribución y centro de control de motores en la empresa SEIUS S.A.**

Flores López, José Santiago

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación.

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Automatización e
Instrumentación.

Ing. Sandoval Vizuite, Paola Nataly Mg.

25 de enero 2022

Latacunga



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E

INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Implementación de sistema de transferencia automático de energía eléctrica, distribución y centro de control de motores en la empresa SEIUS S.A.”** fue realizado por el señor **Flores López, José Santiago** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 25 de enero 2022



Firmado electrónicamente por:
**PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE**

Ing. Sandoval Vizquete, Paola Nataly Mg.
C.C.: 0503254005

FLORES JOSE.docx

Scanned on: 19:53 January 25, 2022 UTC



Identical Words	46
Words with Minor Changes	7
Paraphrased Words	36
Omitted Words	0



CDPYLEAKS

Website | Education | Businesses



Firmado electrónicamente por:

**PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE**

Ing. Sandoval Vizúete, Paola Nataly Mg.
C.C.: 0503254005



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E

INSTRUMENTACIÓN

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Flores López, José Santiago, con cédula de ciudadanía N°172750027-2 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de sistema de transferencia automático de energía eléctrica, distribución y centro de control de motores en la empresa SEIUS S.A.”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, práctico, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 25 de enero 2022

Firma

Flores López, José Santiago

C.C.: 172750027-2



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, Flores López, José Santiago, con cédula de ciudadanía N°172750027-2, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: ***Implementación de sistema de transferencia automático de energía eléctrica, distribución y centro de control de motores en la empresa SEIUS S.A.*** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 25 de enero 2022

Firma

Flores López, José Santiago

C.C.: 172750027-2

Dedicatoria

Por medio de este proyecto demuestro a mis padres que me han apoyado en todo momento el esfuerzo y la dedicación que he colocado en mis estudios, a los ingenieros que me han impartido el conocimiento necesario basado a mi carrera estudiantil, de forma que como un tecnólogo más de la sociedad pueda defenderme solo en el ámbito de la educación como en el laboral.

Agradecimiento

Agradezco a la universidad por abrirme las puertas con la finalidad de estudiar y fortalecer mis conocimientos académicos; también agradezco a Dios por permitir concluir el proyecto y alcanzar mis metas; a mis padres por apoyarme en mis estudios impartíendome consejos sabios, enseñándome muchas cosas vitales acerca de la vida; y finalmente agradezco a los ingenieros por sus enseñanzas y sus sabidurías con el objetivo que me permitió concluir el proyecto de grado y por ende graduarme y ser un tecnólogo más en la sociedad.

Tabla de contenido

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación de contenido	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenido	8
Índice de figuras	11
Índice de tablas	13
Resumen	14
Abstract.....	15
Introducción	16
Tema.....	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento del problema.....	19
Justificación	19
Objetivos.....	19
<i>Objetivo general.</i>	19
<i>Objetivos específicos.....</i>	19
Alcance	20
Fundamentos teóricos.....	21

Transferencia automática de energía.	21
<i>Fuentes eléctricas para la transferencia automática de energía.</i>	<i>22</i>
Distribución de energía eléctrica.	23
<i>Líneas de transmisión.....</i>	<i>24</i>
<i>Conmutación de líneas de trasmisión.</i>	<i>25</i>
Centro de control de motores.	26
<i>Operación de motores.</i>	<i>27</i>
Desarrollo del tema propuesto	28
Preliminares.....	28
Diseño del tablero eléctrico de la transferencia automática	29
<i>Armario eléctrico marca Schneider Electric.....</i>	<i>29</i>
<i>Breakers marca Schneider Electric.....</i>	<i>30</i>
<i>Instalación de las barras de cobre.....</i>	<i>31</i>
<i>Instalación de los equipos eléctricos.</i>	<i>32</i>
<i>Medidor de energía PM 5340.</i>	<i>32</i>
<i>Equipo DSE 4520.....</i>	<i>33</i>
<i>Configuración del módulo DSE 4520.</i>	<i>34</i>
<i>Instalación de los transformadores de corriente.</i>	<i>36</i>
<i>Conexiones del IVE.....</i>	<i>37</i>
Diseño del tablero de distribución de energía eléctrica.	39
<i>Armario eléctrico marcha Schneider Electric</i>	<i>39</i>

<i>Instalación de los breakers eléctricos.....</i>	39
<i>Instalación de los breakers de distribución de energía.....</i>	40
<i>Instalación de las barras de alimentación.....</i>	41
<i>Planos eléctricos del armario de distribución eléctrica.....</i>	42
Centro de control de motores.....	43
<i>Especificaciones de la estructura del MCC.....</i>	43
<i>Control de arranque de motores.....</i>	45
<i>Conexiones de control del MCC.....</i>	45
Funcionamiento e instalación de los tableros.....	47
<i>Instalación del tablero de transferencia automática.....</i>	47
<i>Instalación del tablero de distribución de energía.....</i>	49
<i>Instalación y funcionamiento del centro de control de motores.....</i>	50
Conclusiones y recomendaciones.....	51
Conclusiones.....	51
Recomendaciones.....	52
Glosario.....	53
Bibliografía.....	55
Anexos.....	60

Índice de figuras

Figura 1. <i>Diagrama de transferencia automática de energía.</i>	22
Figura 2. <i>Diagrama de la distribución de energía eléctrica.</i>	24
Figura 3. <i>Códigos de tensión.</i>	25
Figura 4. <i>Diagrama del control de motores.</i>	27
Figura 5. <i>Estructura general y parcial del armario.</i>	30
Figura 6. <i>Instalación de los breakers e instalación de los relés.</i>	31
Figura 7. <i>Instalación de las barras de cobre y distribución eléctrica.</i>	32
Figura 8. <i>Medidor de energía PM 5340.</i>	33
Figura 9. <i>Módulo DSE 4520.</i>	34
Figura 10. <i>Configuración de la red eléctrica en el software ModScan.</i>	35
Figura 11. <i>Configuración de la frecuencia en el software ModScan.</i>	35
Figura 12. <i>Conexiones eléctricas de los transformadores de corriente.</i>	37
Figura 13. <i>Conexiones del IVE a los relés eléctricos.</i>	38
Figura 14. <i>Primeros funcionamientos del tablero eléctrico.</i>	38
Figura 15. <i>Estructura del armario eléctrico.</i>	39
Figura 16. <i>Instalación del breaker principal.</i>	40
Figura 17. <i>Instalación de las barras de cobre.</i>	42
Figura 18. <i>Plano eléctrico del armario de distribución de energía.</i>	43
Figura 19. <i>Vista frontal del centro de control de motores.</i>	44
Figura 20. <i>Diagrama de control de motores.</i>	45
Figura 21. <i>Diagrama de Conexión de borneras del tablero de control.</i>	46
Figura 22. <i>Borneras disponibles del control de motores.</i>	47
Figura 23. <i>Conexiones de alimentación de la red eléctrica al tablero.</i>	48

Figura 24. *Funcionamiento del armario de distribución de energía*..... 49

Figura 25. *Pruebas de funcionamiento del MCC.* 50

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Descripción de los breakers de distribución eléctrica</i>	41
--	----

Resumen

La presente monografía consiste en la implementación de un sistema de transferencia automática de energía eléctrica, distribución y centro de control de motores, realizado en la empresa SEIUS S.A como prestadora de servicios, a la empresa Central Hidroeléctrica Nayón, ubicadas en el cantón Quito, provincia de Pichincha; consiste en el armado de tres tableros eléctricos dentro de un gabinete adecuado para su monitoreo y operación. En el primer tablero eléctrico consiste en el diseño de un sistema de transferencia automática de energía eléctrica, basándose en planos prediseñados por la empresa SEIUS S.A, el sistema consta de un medidor PM 5000 como lectura de la energía y un módulo DSE 4520 para el monitoreo de la energía de la red eléctrica de la empresa. El tablero de distribución de energía está basado en la repartición energética de tensión de 220 voltios para el consumo de la misma, de forma que las líneas no se sobrecarguen por el exceso de consumo, este tablero conlleva medidas de seguridad como son los breakers. El centro de control de motores es el armario que permite monitorear y controlar a los motores eléctricos de 3 y 2 HP por medio de pulsadores conectados en las borneras del tablero de pie de bomba. El armario para arranque de control de motores consta de un relé electrónico de sobrecarga E300 que permitirá la protección en la automatización y diseños de estos tipos de módulos, el relé permitirá la información del diagnóstico, así como también el amplio rango de corriente que será utilizado o consumido por los motores eléctricos.

Palabras clave:

- **SISTEMA DE TRASFERENCIA AUTOMÁTICO**
- **DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA**
- **CENTRO DE CONTROL DE MOTORES**

Abstract

This monograph consists of the implementation of an automatic electrical power transfer, distribution and motor control center system., distribution and motor control center, carried out in the company SEIUS SA as a service provider, to the company Central Hidroeléctrica Nayón, located in the canton of Quito, province from Pichincha; It consists of the assembly of three electrical panels inside a suitable cabinet for its monitoring and operation. In the first electrical panel, it consists of the design of an automatic transfer of electrical energy system, extremely in plans pre-designed by the company SEIUS SA, the system consists of a PM 5000 meter as energy reading and a DSE 4520 module for monitoring. of the energy from the company's electrical network. The power distribution board is based on the energy distribution of 220 volts for its consumption, so that the lines are not overloaded by excess consumption, this board includes security measures such as switches. The motor control center is the cabinet that allows to monitor and control the 3 and 2 HP electric motors by means of buttons connected to the terminal boards of the pump foot board. The cabinet for motor control starting consists of an electronic overload relay E300 that will allow protection in automation and designs of these types of modules, the relay will allow diagnostic information, as well as the wide range of current that will be used. or consumed by electric motors.

Keywords:

- **AUTOMATIC TRANSFER SYSTEM**
- **POWER DISTRIBUTION**
- **MOTOR CONTROL CENTER**

Capítulo I

1. Introducción.

1.1. Tema.

Implementación de sistema de transferencia automático de energía eléctrica, distribución y centro de control de motores de la empresa SEIUS S.A.

1.2. Antecedentes.

La investigación es un estudio de los procesos de almacenaje y manejo de información, con la finalidad de emplear un mejor mando y control de los dispositivos eléctricos de la empresa. El estudio es concebido como una investigación de campo del tipo descriptiva, se concentra en gran medida en la automatización y control de la energía eléctrica para el funcionamiento de los dispositivos que contiene una empresa o industria, donde los diferentes sistemas constan de un tablero de control automatizado eléctrico a excepción del sistema de distribución de 220 voltios, este centro de carga es alimentado desde el sistema de transferencia automática de energía de 460 voltios y por medio de un transformador eléctrico es reducido a 220 voltios, que serán distribuidos a las diferentes áreas como talleres y a la alimentación de equipos y máquinas de alto voltaje.

Por la trascendencia del tema se han realizado trabajos como los que se exponen a continuación:

Los autores Joffre Víctor Ochoa Montoya y Pedro Joel Espinoza Salazar estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana situado en la ciudad de Guayaquil, realizaron el diseño e implementación de la transferencia de la energía eléctrica en los laboratorios de la entidad educativa, para la implementación utilizaron un módulo entrenador (MATAEE) con el objetivo de que la transferencia de energía eléctrica sea automática. Se concluyó que el módulo es un equipo que permite al generador que opere en forma automática supervisando la diferencia de tensión en la red eléctrica externa. (Ochoa, 2016)

Abad Torres Jackeline y Grefa Aguida Verónica Patricia estudiantes de la escuela Politécnica Nacional, realizaron el diseño e implementación de un tablero para la transferencia automática de energía eléctrica para el centro comercial El Condado, donde, el equipo de control de transferencia detecta cualquier falla del suministro de energía en la empresa en la que fue implementado. Se determinó que los generadores se encontrarán encendidos alimentando la carga, compartiendo así la potencia activa y reactiva; obteniendo una secuencia de encendido y apagado de acuerdo a la demanda eléctrica. (Jackeline, 2018)

En el mes de septiembre del 2015 el señor Jasón José Quijada Márquez estudiante de la Universidad Simón Bolívar __desarrolló el diseño de un centro de control de motores para un sistema de extractores, donde el procedimiento de extracción de gases presenta fallas críticas dentro de la empresa PDVSA-ITEVEP, este proyecto fue implementado y para su desarrollo se utilizaron equipos y elementos eléctricos de bajo consumo, con la finalidad de emplear una tecnología que permita la reducción energética. (Jason, 2015)

Según el repositorio institucional de las "Redes de distribución de energía" se menciona que el sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación,

distribución y utilización de la energía, a partir de ello, también permite conocer la función primordial, que consiste en llevar la energía desde los centros de generación hasta los de consumo, con la finalidad de suministrar energía eléctrica a los usuarios en forma segura y con los niveles de calidad exigidos. Lo importante en una distribución eléctrica es que un 2/3 de la energía de la inversión total del sistema de potencia, están dedicados a la parte de distribución, esto conlleva a un trabajo cuidadoso en el planeamiento, diseño y construcción sobre la operación del sistema de distribución. (Samuel, 2017)

Según el Repositorio BanRep que habla acerca de la “Ineficiencia en la distribución de energía eléctrica”; se afirma que el resultado de una mala distribución energética puede afectar el desempeño de las empresas, sugiriendo que se podrían obtener importantes ganancias en términos de eficiencia y técnica acercando a altos niveles de operación. Con el centro de distribución de energía eléctrica las ganancias de una empresa se pueden expresar en el ahorro de recursos, la calidad del servicio y los bajos niveles de tarifas a los usuarios finales. El desempeño de las empresas distribuidoras de energía eléctrica puede verse afectado por factores fuera del control, tales como las condiciones geográficas, el número de usuarios atendidos y la densidad poblacional. (Monier, 2016).

Según la página “DSpace en ESPOL” la Armada del Ecuador contempla la utilización de tecnologías de punta para la realización del proyecto “Corbetas clase Esmeraldas” para la modernización de los sistemas de propulsión, navegación, guerra electrónica, sistemas de armas, etc., se da paso al desarrollo de una nueva tecnología enfocada al diseño del control de motores eléctricos salvaguardando las capacidades marítimas y abastecer la seguridad integral en los espacios acuáticos,

con el fin de mantener el control sobre el desarrollo marítimo nacional. (Negrete Izurieta, 2019).

1.3. Planteamiento del problema.

La premura de implementar este proyecto radica en que la empresa Central Hidroeléctrica Nayón consta de equipos obsoletos que consumen una gran cantidad de energía eléctrica donde los operadores no tienen el control total para salvaguardar las vidas humanas de la empresa.

1.4. Justificación.

El desarrollo del proyecto se enfoca en la potencialización de la eficiencia energética y automatización, donde las empresas ecuatorianas puedan contar con una tecnología más novedosa para el mando y control de su producción, sin que los equipos y elementos eléctricos consuman una gran cantidad de energía y lo más importante que el control eléctrico de la empresa sea seguro para el operador. El proyecto está basado a la automatización de la empresa con la finalidad de evitar el paro de producción en un corte de energía que puede suceder en el transcurso del trabajo.

1.5. Objetivos.

1.5.1. *Objetivo general.*

- Implementar un sistema de transferencia automático de energía eléctrica, distribución y centro de control de motores, que será desarrollado dentro de la empresa SEIUS S.A. y será instalado en la empresa Central Hidroeléctrica Nayón ubicado en Quito.

1.5.2. *Objetivos específicos.*

- Investigar el funcionamiento de los equipos de control y accionamiento eléctrico.
- Efectuar el desarrollo de la distribución de energía, para el consumo de diferentes equipos de la empresa.
- Realizar las conexiones y cableado eléctrico acorde a los planos establecidos por la empresa.
- Instalar medidas de seguridad, de forma que el operador no exponga su vida hacia las instalaciones eléctricas.
- Realizar el cableado eléctrico en los variadores para la puesta de marcha y paro dentro del sistema de control de motores.
- Efectuar pruebas de funcionamiento de los sistemas ya mencionados anteriormente.

1.6. Alcance.

El sistema de transferencia automático de energía consta de un equipo DSE 4520 el cual controlara la transferencia de energía, a través de los demás equipos diseñados para el funcionamiento, el sistema también consta de un medidor de energía, con la finalidad de llevar un registro del estado de consumo de voltaje, corriente y potencia del sistema de transferencia automático.

El sistema de distribución de energía contara con un transformador de voltaje, para distribuir la energía eléctrica a los diferentes centros de la empresa. El sistema de control de motores ira conectado al sistema de transferencia automática, para evitar una pérdida de los equipos al momento que esté en funcionamiento, y mantener un control más óptimo del proceso de la empresa.

Capítulo II

2. Fundamentos teóricos.

2.1. Transferencia automática de energía.

El cuadro de transferencia automática de energía eléctrica está basado en detectar la falla eléctrica comercial por medio de un equipo DSE 4520, de la misma forma da paso al encendido a la planta de energía en caso de existir fallas eléctricas. Al momento que la planta eléctrica se encienda inmediatamente la transferencia detecta su funcionamiento, y el generador empieza a suministrar la energía para respaldar las pérdidas por alguna falla eléctrica comercial. Este proceso dura hasta que se restablezca el servicio eléctrico comercial, de forma que las empresas o industrias no tengan pérdidas económicas por culpa de apagones inesperados. (Gillermo, 2018).

El cuadro de transferencia automática es muy utilizado dentro de las empresas petroleras y las industrias que desarrollan productos continuamente día tras día. En el momento que el cuadro de transferencia automática realiza el cambio eléctrico, puede existir una pérdida de energía y por ende existir una pérdida de registro o información de las empresas o industrias, por tal razón las instalaciones eléctricas de las empresas se complementan con una UPS que evita la pérdida de energía así sea por un segundo. (Gillermo, 2018).

Al momento que se normaliza la energía eléctrica comercial, la transferencia automática ordena a la planta eléctrica que se apague, y por ende al generador, dejando de enviar energía eléctrica al sitio que estaba respaldando. (Hernán, 2018).

En la figura 1. Se observa las conexiones eléctricas de una transferencia automática de energía, alimentada a partir de la acometida eléctrica y de un generador como auxiliar en caso de fallas eléctrica.

Figura 1.

Diagrama de transferencia automática de energía.



Nota. En la figura 1, se muestra la información acerca del diagrama de transferencia automática de energía. Tomado de (Cruz D. S., 2020).

2.1.1. Fuentes eléctricas para la transferencia automática de energía.

Para el funcionamiento de la transferencia automática de la energía existen fuentes de alimentación de diferentes tipos, descritas a continuación:

Las centrales hidroeléctricas son un medio predominante para la generación eléctrica, aprovechando la potencia del caudal de agua que se encuentra acumulado en una presa, por medio de mecanismos o tuberías el agua es direccionada a la central de máquinas, donde la energía que es producida por este sistema llega a entregar una gran cantidad de electricidad que pasara por alternadores y llega a un centro de transferencia eléctrica para el uso comercial. (Aquise, 2019).

Las centrales eólicas generan electricidad a partir de turbinas de viento, las mismas que están formadas por el rotor que se encarga en transformar la fuerza del viento en una energía que será suministrada en baterías u otro medio, posteriormente es necesario implementar un sistema de inversión para obtener una corriente alterna convencional. Para el control del sistema de generación se requiere de un tablero de transferencia eléctrica. (William, 2021).

2.2. Distribución de energía eléctrica.

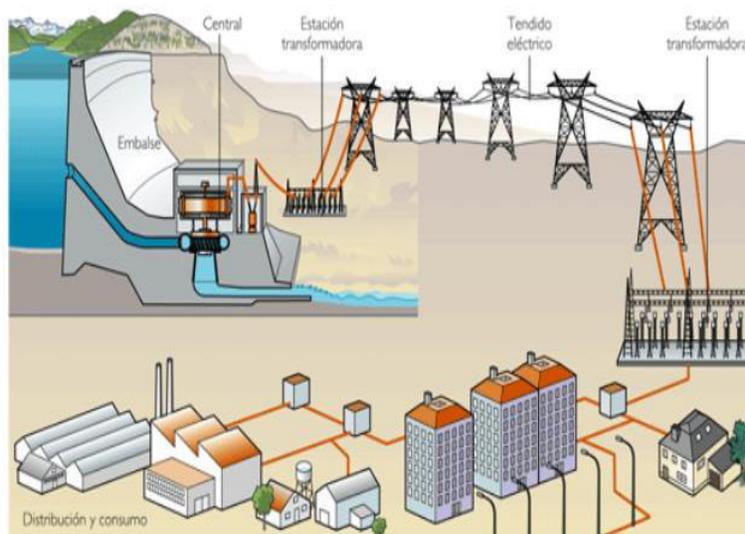
El armario de distribución eléctrica, proporciona la energía adecuada dentro de las instalaciones empresariales, plantas industriales, domicilios, etc. El flujo de electricidad empieza a partir de una fuente que puede ser desde la acometida eléctrica u otro sistema de generación, pasando por un transformador reductor o elevador dependiente de la demanda necesaria, abasteciendo la alimentación de los diferentes circuitos, equipos o máquinas; mediante tramos y en diferentes períodos de tiempo. (Vélez, 2017)

El cuadro de distribución eléctrica consta de etapas de distribución, la primera etapa está constituida por la red eléctrica de reparto, esta parte de las subestaciones de transformación normalmente mediante mecanismos eléctricos llega al centro de distribución y por medio de breakers de protección, la energía es direccionada a los diferentes lugares de consumo eléctrico. (Vélez, 2017)

La energía eléctrica que es producido por una fuente es repartida por medio de algunos mecanismos a empresas, industrias, hogares, etc. Tal como se esquematiza en la figura 2.

Figura 2.

Diagrama de la distribución de energía eléctrica.



Nota. En la figura 2, se muestra la distribución de la energía eléctrica desde una planta eléctrica. Tomado de (Sanchez, 2017).

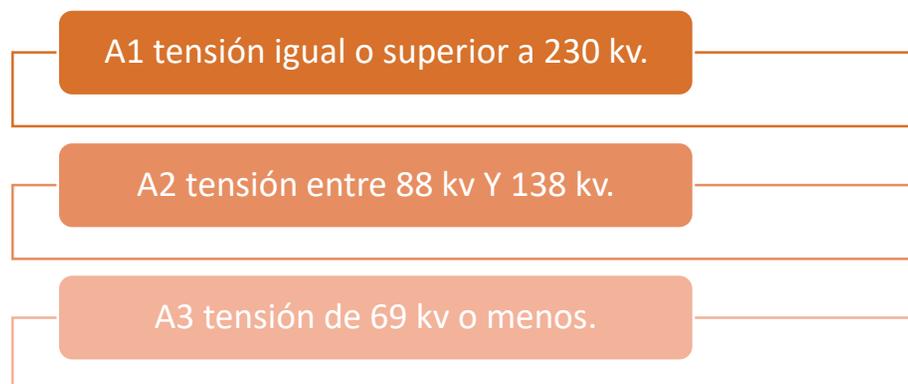
2.2.1. Líneas de transmisión.

Toda línea de transmisión está construida por cables conductores metálicos que se sitúan en torres eléctricas y cuentan con aisladores de materiales de alto rendimiento. Las líneas de transmisión van conectadas a las plantas transformadoras con grandes consumidores como pueden ser las fábricas y empresas mineras, las mismas que son responsables de distribuir la energía a los consumidores más pequeños como son talleres, máquinas, centro de luces, etc. (Cordova, 2021)

El voltaje que es transmitido por las líneas de transmisión ya mencionadas anteriormente tienen un código que a la vez representan un conjunto de líneas de la misma clase, (Cordova, 2021), esto se observa en la figura 3.

Figura 3.

Códigos de tensión.



Nota. En la figura 3, se muestra los códigos de las tensiones eléctricas. Tomado de (Cordova, 2021).

2.2.2. Conmutación de líneas de transmisión.

La conmutación sirve para reducir los costos de generación a través de las desconexiones que se provocan en las líneas de las transmisiones, en estas circunstancias se emplea el flujo de potencia óptimo DC, pero según la base DCOPF se utiliza el flujo de potencia óptimo AC. (Lasluisa, 2021)

Se aplica la conmutación de transmisión eléctrica cuando se considera un problema de sobre y bajo voltaje o sobrecargas que pueden ocurrir en las líneas de transmisión; y para reducir las pérdidas provocadas y los costos dentro de una empresa eléctrica se utiliza la conmutación de la transmisión eléctrica, con el fin de

mejorar la seguridad de los sistemas eléctricos y líneas de conexión.
(Lasluisa, 2021).

2.3. Centro de control de motores.

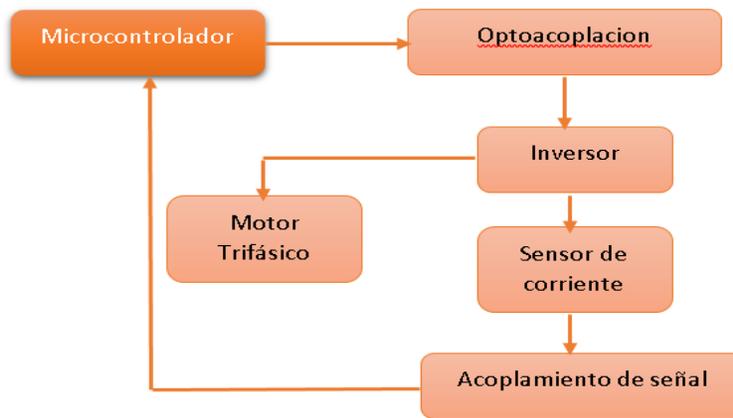
Uno de los elementos más utilizados en la producción, empresas petroleras o plantas industriales son los motores de distintas características, donde está en constante funcionamiento, es por ello que es necesario que se puedan gobernar automáticamente empleando un tablero eléctrico u armario de control. Si los motores fuesen operados manualmente implicaría un gran gasto de tiempo en la operación productiva y gasto de recursos innecesarios. Por tal razón el cuadro de control de motores automático tiene el objetivo de controlar y supervisar la maniobra eléctrica desde un mismo sitio. (Cruz L. H., 2019)

Los centros de control de motores centralizan los equipos de protección, mando, maniobra e indicadores de los grupos de trabajo o funcionamiento en los que los motores se encuentran en procesos industriales de producción. Las instalaciones eléctricas para el control de motores se lo realizan en tensiones bajas empleando las conexiones para el arranque y frenado de los motores dependiendo de las necesidades de las empresas. Por medio de las configuraciones que se realizan permite operar un gran número de motores eléctricos, manteniendo un control confiable desde un sitio accesible y seguro. (Ceballos, 2018).

En la figura 4. Se muestra el diagrama en bloques del funcionamiento de los motores trifásicos, donde se observa que el controlador puede ser un microcontrolador que gobernara todo el proceso y funcionamiento de los dispositivos eléctricos.

Figura 4.

Diagrama del control de motores.



Nota. En la figura 4, se muestra el diagrama del proceso de funcionamiento del control de motores. Tomado de (Kazuya Shirahata, 2017).

El armario está formado de un conjunto de cajones, circuitos, pulsadores, sistemas de protección, etc. Donde forman una unidad de funcionalidad para el operador. Esta unidad dependerá mucho de la elección de los equipos que controlan el proceso, teniendo en cuenta la intensidad del cortocircuito que debe soportar el armario al momento que está en operación. (González, 2015).

2.3.1. Operación de motores.

Los motores eléctricos que son utilizados dentro de las industrias pueden ser motores monobásicos, trifásicos y polifásicos, donde los motores operan haciendo uso de uno, dos o tres fases dentro de un sistema eléctrico, recalcando que las fases deben ser variadas y repartidas con el fin de que no exista una sobre carga de voltaje en una sola fase eléctrica, y por medio de los controladores los motores serán maniobrados por el operador. (Canchi, 2020).

Capítulo III

3. Desarrollo del tema propuesto

3.1. Preliminares

En el presente proyecto de titulación se desarrollaron los pasos para la implementación de un sistema de transferencia automático de energía eléctrica, un armario de distribución eléctrica y un centro de control de motores que pueden ser útiles en diferentes empresas o industrias productivas, todas las implementaciones se rigen a la seguridad humana por medio de las protecciones que serán utilizadas en las instalaciones eléctricas.

En las instalaciones eléctricas se utilizaron contactores de diferentes amperajes, dependiendo el trabajo que realizaran y la corriente que soportaran en el ámbito del trabajo, el cable que se utilizó es de calibre 18 AWG que soporta 600°C como mínimo, las barras de cobre usadas para la conexión de los contactores son de una y dos pulgadas.

Para el control del armario de transferencia automática se instaló un equipo DSE 4520 seguido de una CPU, este equipo será programado por medio de la página oficial de Schneider Electric, donde permitirá la activación y la desactivación de algunos parámetros según lo que la empresa solicitante requiera.

Para el control del voltaje, potencia y amperaje del armario se instaló un medidor de energía PM 5000 que permitirá la observación de la energía que se está consumiendo como también algunos otros parámetros importantes.

Luego se realizó la implementación del armario de distribución de energía, mismo que irá conectado seguido de un transformador reductor al gabinete de transferencia automática de energía que estará entregando 460 voltios. En el interior de este, se contará con contactores trifásicos para la distribución del voltaje a diferentes espacios de la empresa.

A continuación, se detalla las conexiones eléctricas realizadas para el control de motores trifásicos, especialmente en la puesta de marcha y paro, así como también los diferentes arranques y frenados eléctricos que se puede configurar dentro del armario de control de motores.

3.2. Diseño del tablero eléctrico de la transferencia automática.

3.2.1. Armario eléctrico marca Schneider Electric.

Para la transferencia automática de energía se optó por utilizar un armario eléctrico de la marca Schneider del tipo Spacial SF, su estructura está formada por paneles y puertas integradas en la estructura, montantes verticales unidos con marcos superior e inferior, una estructura perforada con un paso de 25 mm y está formado a partir de un solo tramo.

Es uno de los elementos más indispensable dentro de una instalación eléctrica. Las medidas exactas del armario en metros son de 2x0,808x0,80 m el cual lleva el código de referencia NSYSF20880E, con el cual el operador podrá informarse de las características técnicas exactas en caso de que pueda existir una falla o por mantenimiento del mismo. (Monier, 2016). En la figura 5 se muestra la implementación del armario eléctrico marca Schneider Electric.

Figura 5.

Estructura general y parcial del armario.



Nota. En las figuras 5 se muestran dos cuadros correspondientes a la estructura y armado de los armarios eléctricos, en la primera se presenta la estructura del armario y en la segunda se identifican las partes del mismo.

3.2.2. Breakers marca Schneider Electric.

Los breakers instalados en el armario de transferencia de energía automática son de 150 A, 100 A, C40, C20 y dos automáticos (Figuras 6); con la ayuda de los pernos se aseguraron a la estructura del armario.

Los breakers trifásicos manejan la activación y la desactivación de la energía de la empresa Eléctrica Quito y del generador, mientras que los monofásicos determinan la activación y la desactivación de los elementos que contendrá el armario como son: las fuentes de alimentación, los relés eléctricos y otros elementos eléctricos.

Figura 6.

Instalación de los breakers e instalación de los relés.



Nota. En la figura 6 se muestra las instalaciones de los breakers y de los relés eléctricos dentro del gabinete.

3.2.3. Instalación de las barras de cobre.

Para la conducción del voltaje y alimentación de los elementos del armario, se instalaron tres barras de cobre colocadas en el aislador, de forma que no tenga continuidad.

Con la ayuda de la maquina cortadora se procedió a cortar las barras de cobre tomando las medidas y distancia de cada breakers con respecto a las barras principales o también llamadas líneas eléctricas, para luego instalar las barras en los extremos de las salidas de los interruptores térmicos.

En los espacios angostos donde las barras no podían ser instaladas adecuadamente, se realizaron algunos dobleces con la ayuda de la maquina

dobladora de cobre, con el fin de que las barras de cobre no tengan contacto físico con las demás barras y únicamente se encuentre conectada a la línea que le corresponda.

Figura 7.

Instalación de las barras de cobre y distribución eléctrica.



Nota. En la figura 7 se muestra las instalaciones de las barras de cobre para la conducción de la energía eléctrica y alimentación de los diferentes dispositivos que lo componen.

3.2.4. Instalación de los equipos eléctricos.

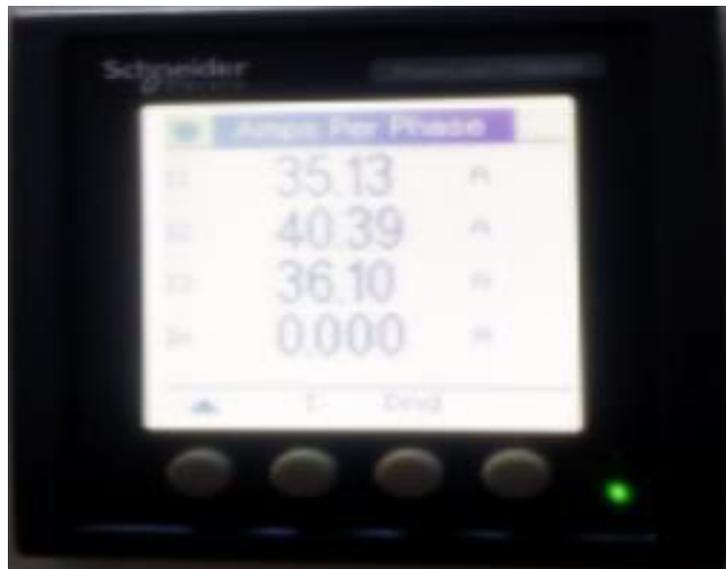
- **Medidor de energía PM 5340.**

En la parte posterior de la puerta del armario se instaló el equipo eléctrico PM5340. Este equipo permite medir el tipo de corriente, tensión, frecuencia, factor de potencia, energía, potencia activa y reactiva. La alimentación del equipo PM5340 100 a 415 V CA y de 125 a 250 V DC, la

frecuencia de red es de 50 y 60 Hz, la corriente nominal del equipo es de 1 A a 5 A y el consumo de potencia VA es de 10 VA en 415 V. (Schneider Electric , 2021).

Figura 8.

Medidor de energía PM 5340.



Nota. En la figura 8 se muestra el equipo medidor de energía PM de la serie 5340.

- **Equipo DSE 4520.**

En la parte posterior de la puerta del armario se instaló el equipo eléctrico DSE 4520. Este equipo es un módulo de control de fallas de red eléctrica automática, es compacto y desarrollado para proporcionar una excelente gama de características dentro de un armario eléctrico reducido. Se puede configurar para el control del arranque automático de energía.

El tamaño del equipo es de 140mm x 113mm x 43mm con un peso de 0,26kg y la alimentación del equipo es de 110 voltios es decir línea y neutro. (MKII, 2021).

Figura 9.

Módulo DSE 4520.



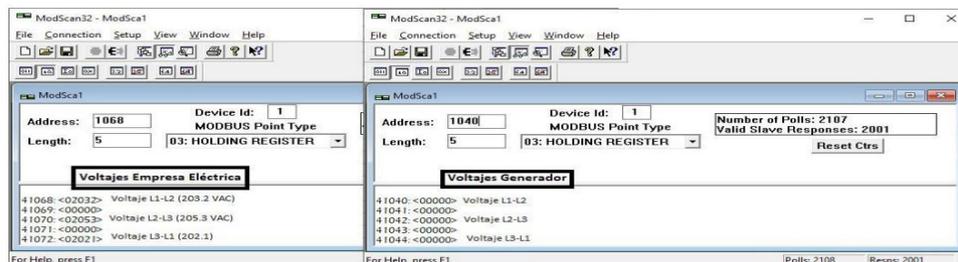
Nota. En la figura 9 se muestra en módulo DSE 4520 para la identificación de fallas eléctricas en la red.

3.2.5. Configuración del módulo DSE 4520.

Por medio del software *ModScan* se configuro el DSE 4520, donde se ingresó los valores de los parámetros del equipo a través de los registros del mismo equipo. El valor del voltaje se multiplica por 0.1 con la finalidad de obtener el voltaje real de la red eléctrica y del generador, tal y como se muestra en la figura 10.

Figura 10.

Configuración de la red eléctrica en el software ModScan.

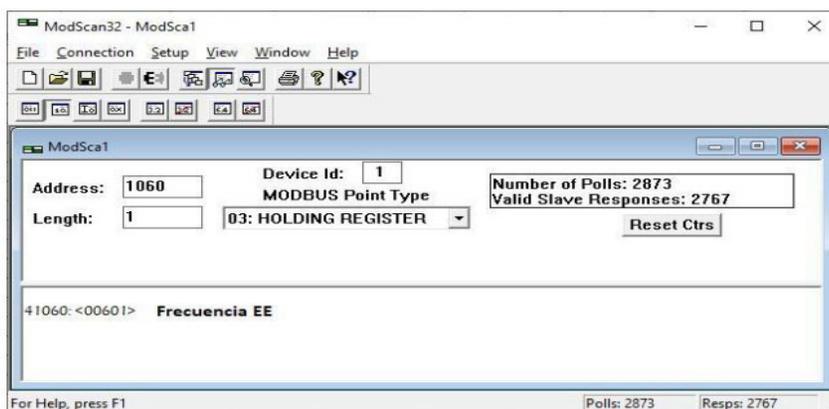


Nota. En la figura 10 se muestra la configuración para la obtención de los valores reales de voltaje de la red eléctrica de la empresa y del generador. Tomado de (Seius S.A, 2021).

Para la frecuencia de la red eléctrica en el mismo software *ModScan* se ingresa el código de los registros ya mencionados anteriormente y el valor se multiplica por 0.1 para obtener el valor real de la frecuencia, tal y como se muestra en la figura 11.

Figura 11.

Configuración de la frecuencia en el software ModScan.



Nota. En la figura 11 se muestra la configuración según el número de registro del módulo para la obtención de la frecuencia de la red eléctrica. Tomado de (Seius S.A, 2021).

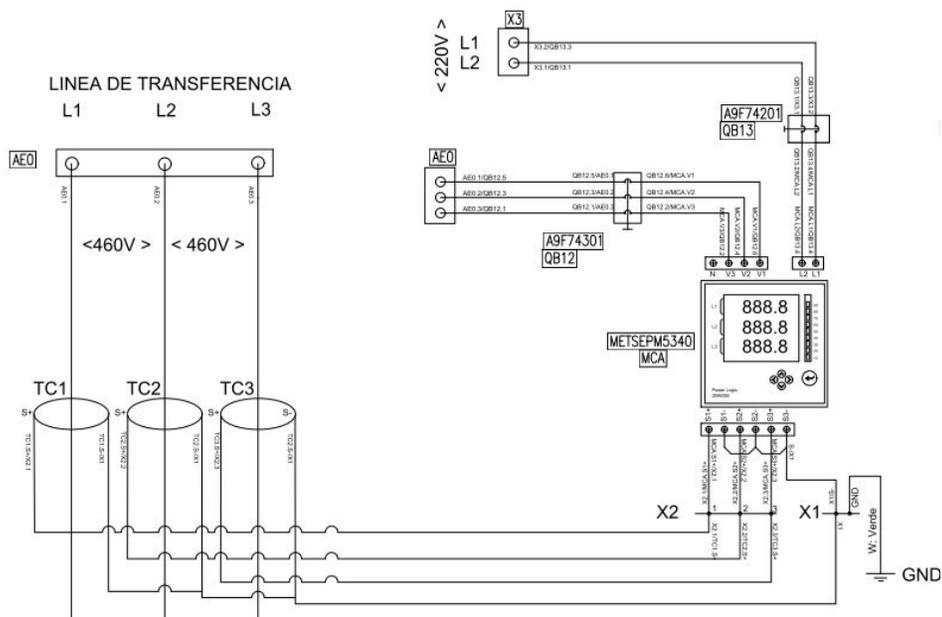
3.2.6. *Instalación de los transformadores de corriente.*

Se instalaron tres transformadores de corriente TC en las líneas de transferencia de 460 voltios, todos los pines S-/X1 de los transformadores de corriente van punteadas entre ellas y conectadas en la entrada S3- del medidor de energía PM 5340 y conectado directamente a la barra de tierra del armario, todos los pines S+/X2 de los transformadores de corriente van conectados a las entradas S1+, S2+ y S3+ del medidor PM 5340 y las entradas S1-, S2- y S3- irán conectadas directamente a la barra de tierra como protección del equipo.

En la figura 12 se observa las conexiones de los transformadores de corriente al medidor de energía y a las líneas de transferencia de 460 voltios.

Figura 12.

Conexiones eléctricas de los transformadores de corriente.



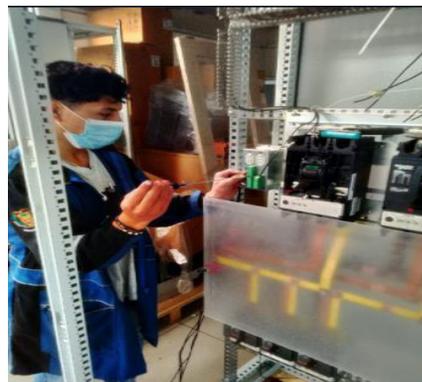
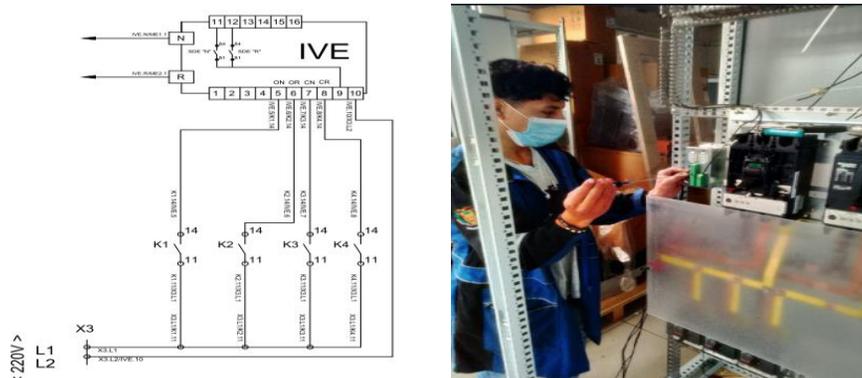
Nota. En la figura 12 se muestra el plano de las conexiones del PM 5340 y de los transformadores de corriente. Tomado de (Seius S.A, 2021).

3.2.7. Conexiones del IVE.

Los pines 5, 6, 7, 8 del equipo IVE van conectados a los pines normalmente abiertos de los relés (pin 14 de los relés), las salidas de los relés (pin 11) se conecta directamente a la línea de L1 de los 220 voltios, mientras que el pin 10 del equipo irá conectado directamente a la línea L2 de los 220 voltios. Los terminales N del IVE en conexión al terminal normal del primer motor trifásico automático y el terminal R irá conectado al puerto *replacement* del segundo motor trifásico automático, para el cambio de la transferencia automática de energía, tal y como se muestra en la figura 13.

Figura 13.

Conexiones del IVE a los relés eléctricos.

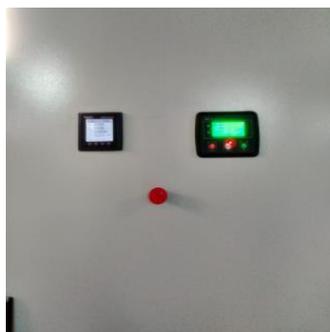


Nota. En la figura 13 se muestra el plano de conexiones de los pines del IVE a las entradas de los contactos normalmente abiertos de los relés eléctricos.

A continuación, se muestra los primeros funcionamientos del tablero de transferencia automática de energía eléctrica, donde se observa claramente el encendido del equipo PM 5340 y del módulo DSE 4520.

Figura 14.

Primeros funcionamientos del tablero eléctrico.



Nota. En la figura 14 se muestra el funcionamiento del tablero eléctrico, como el encendido de los dos equipos mencionados anteriormente.

3.3. Diseño del tablero de distribución de energía eléctrica.

3.3.1. Armario eléctrico marca *Schneider Electric*

Para la distribución de energía eléctrica se seleccionó un armario eléctrico de la marca *Schneider Electric* del tipo *Spacial SF* montado, la estructura del armario está formado por paneles y puertas integradas en la estructura, montantes verticales unidos con marcos superior e inferior. Las medidas exactas del armario en metros son de 2 x 0,80 x 1, el cual lleva el código de referencia NSYSF208100E, de donde el operador obtendrá las características exactas del armario. (Monier, 2016).

Figura 15.

Estructura del armario eléctrico.



Nota. En la figura 15 se muestra la estructura del armario eléctrico.

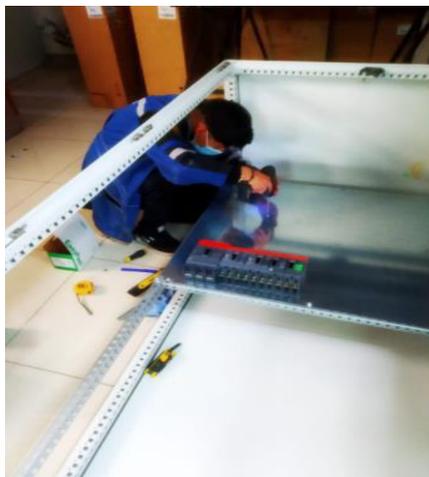
3.3.2. Instalación de los breakers eléctricos.

Se instaló un *breaker* principal de 3 polos a 150 A como medida de seguridad del gabinete y de las demás instalaciones, este será alimentado desde la energía del armario de transferencia automática, pasando por un transformador reductor, con el fin de reducir los 460 V a un voltaje de 220 V, con el cual el gabinete de distribución de

energía trabajará y entregará el voltaje a las diferentes áreas de la empresa; La instalación de este elemento se puede observar en la figura 16.

Figura 16.

Instalación del breaker principal.



Nota. En la figura 16 se muestra la instalación del breaker principal del tablero eléctrico como medida de protección.

3.3.3. Instalación de los breakers de distribución de energía

Para la distribución de energía eléctrica se instaló en la parte inferior de la platina metálica un *breaker* de tres polos a 150 A, dos de tres polos a 50 A, uno de tres polos a 15 A y uno de dos polos a 75 A, como medida de protección para la alimentación de equipos, máquinas u otro tipo de consumo de la empresa.

En la tabla 1 se especifica a más detalle las características de los elementos mencionados.

Tabla 1.

Descripción de los breakers de distribución eléctrica.

ITEM	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	MARCA
1	Breaker EZC200N 3 polos 150 A	EZC250N3150	Schneider Electric
2	Breaker EZC200N 3 polos 150 A	EZC250N3150	Schneider Electric
3	Breaker EZC100N 3 polos 50 A	EZC100N3050	Schneider Electric
4	Breaker EZC100H 2 polos 75 A	EZC100H2075	Schneider Electric
5	Breaker EZC100N 3 polos 50 A	EZC100N3050	Schneider Electric
6	Breaker EZC100N 3 plosos 50 A	EZC100N3050	Schneider Electric

Nota. Descripción, códigos de referencia y fabricantes de los breakers de distribución eléctrica a 2 y 3 polos con variación de corriente.

3.3.4. Instalación de las barras de alimentación

En el interior del gabinete eléctrico sobre la platina metálica se instalaron barras de cobre con su respectivo aislador como líneas de alimentación de los *breakers*, para que las líneas eléctricas de alimentación no se sobrecarguen por el consumo eléctrico de la empresa. Se realizó una distribución adecuada de los interruptores térmicos a las líneas de alimentación del armario de distribución eléctrica. La identificación de las líneas eléctricas está basada en colores determinados por la regulación de la ARCONEL, la primera línea se identifica con el

color negro, la segunda línea se identifica con el color rojo y la tercera línea se identifica con el color azul.

Figura 17.

Instalación de las barras de cobre.



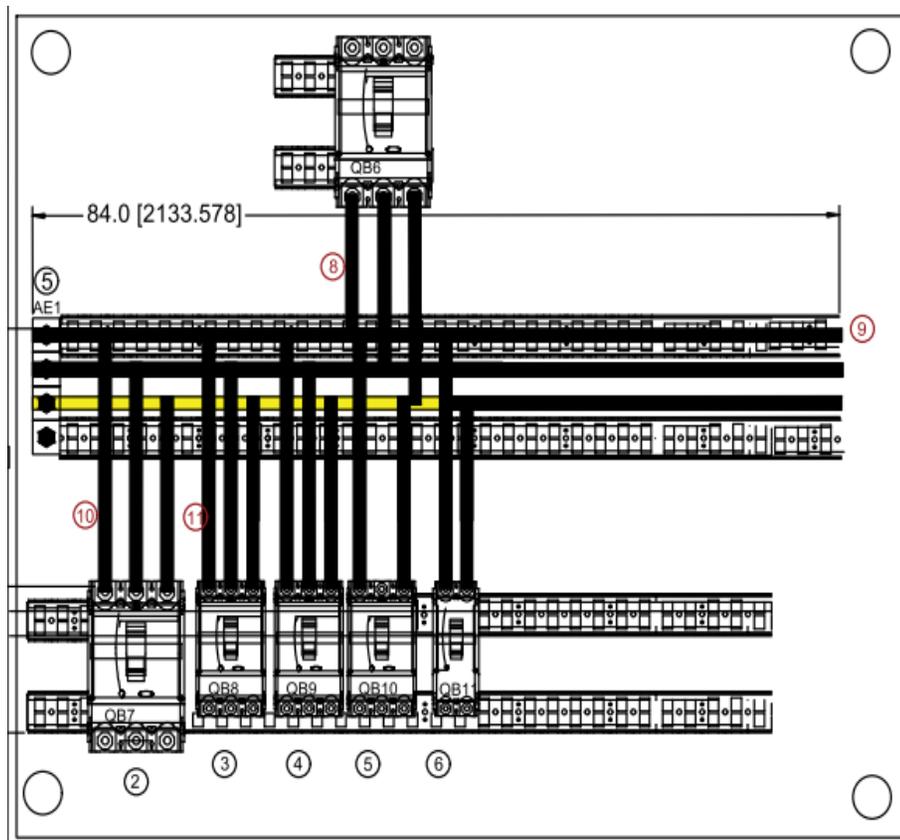
Nota. En la figura 17 se muestra la instalación de las barras de cobre con los respectivos aisladores tipo escalera e identificación de las líneas eléctricas por colores.

3.3.5. Planos eléctricos del armario de distribución eléctrica.

Para el proceso del armado del armario de distribución eléctrica, y las ubicaciones de los elementos eléctricos y cableado de los mismos, se desarrolló un plano eléctrico basado al armario de distribución, permitiendo que interprete con detalles las conexiones y posiciones de los elementos, tal como se muestra en la figura 18.

Figura 18.

Plano eléctrico del armario de distribución de energía.



Nota. En la figura 18 se muestra el plano eléctrico del armario de distribución de energía eléctrica. Tomado de (Seius S.A, 2021).

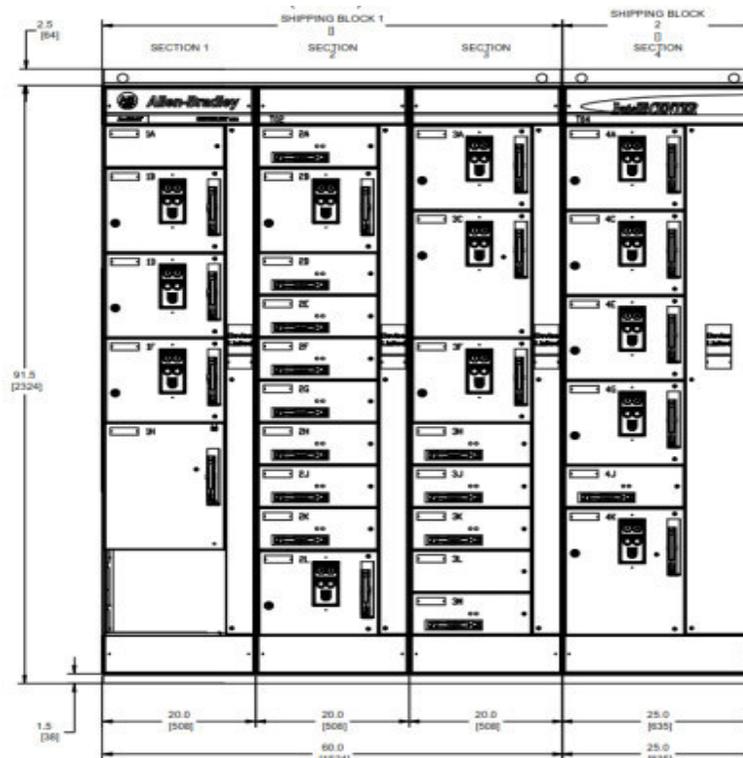
3.4. Centro de control de motores.

3.4.1. Especificaciones de la estructura del MCC.

El armario para el centro de control de motores es un armario Nema tipo 1g 2.28m, la altura del armario es de 3.81m, el estilo de la caja es de montaje frontal ANSI-49, tiene un total de 4 secciones y 2 bloques con un disyuntor principal tal y como se muestra en la figura 19.

Figura 19.

Vista frontal del centro de control de motores.



Nota. En la figura 19 se muestra la vista frontal del centro de control de motores, así como también las medidas del armario. Tomado de (Seius S.A, 2021).

El sistema de alimentación del armario es de 460 V en línea y una frecuencia de alimentación de 60 Hz, técnicamente el armario posee dos tipos de alimentación descritas a continuación.

- Bus de energía es la alimentación horizontal aislado de 800A, este bus de alimentación de potencia horizontal es de cobre estañado al de potencia de 42000A rms
- Bus de tierra es de cobre no chapado que va ubicado en la canaleta horizontal inferior del bus de tierra vertical.

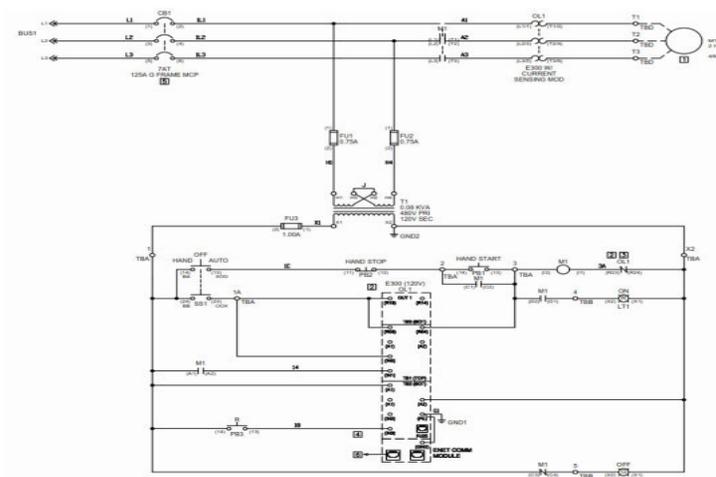
3.4.2. Control de arranque de motores.

El relé eléctrico E300 es una tecnología de protección contra sobrecarga, va situado en el armario de control de motores. Es el sistema de automatización que brinda las opciones de comunicación, información de diagnóstico y cableado simplificado. (Allen-Bradley, 2017).

En la siguiente figura 20, se muestra el diagrama para el arranque de motores que está ubicado en el centro de control de motores

Figura 20.

Diagrama de control de motores.



Nota. En la figura 20 se muestra el diagrama de las conexiones del control de motores de 3H. Tomado de (Seius S.A, 2021).

3.4.3. Conexiones de control del MCC.

Las conexiones de control del centro de control de motores o más conocido como MCC. De las borneras TBA se realizó las siguientes conexiones:

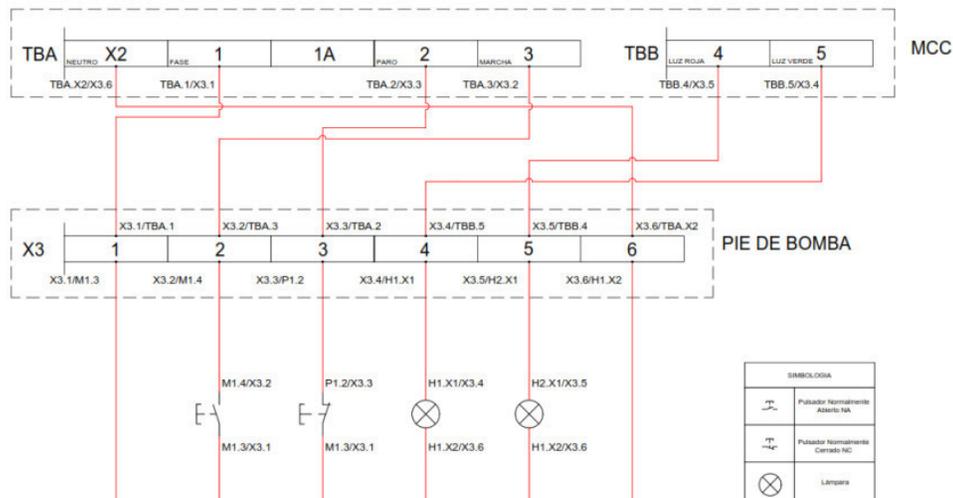
- Pin uno (fase): conectado directamente al primer pin X3.1 de las borneras del pie de bomba y a los pines de salida de los pulsadores de marcha y paro.
- Pin dos (paro): conectado directamente al tercer pin X3.3 de las borneras del pie de bomba y a un pulsador normalmente cerrado.
- Pin tres (marcha): conectado directamente al segundo pin X3.2 de las borneras del pie de bomba y a un pulsador normalmente abierto.

Para las conexiones de las luces de marcha y paro del MCC se utilizan:

- Pin cuatro (Luz roja): conectado directamente al quinto pin X3.5 de las borneras.
- Pin cinco (Luz verde): conectado directamente al cuarto pin X3.4 de las borneras del pie de bomba y estas irán a las luces de visualización, tal como se muestra en la figura 21.

Figura 21.

Diagrama de Conexión de borneras del tablero de control.

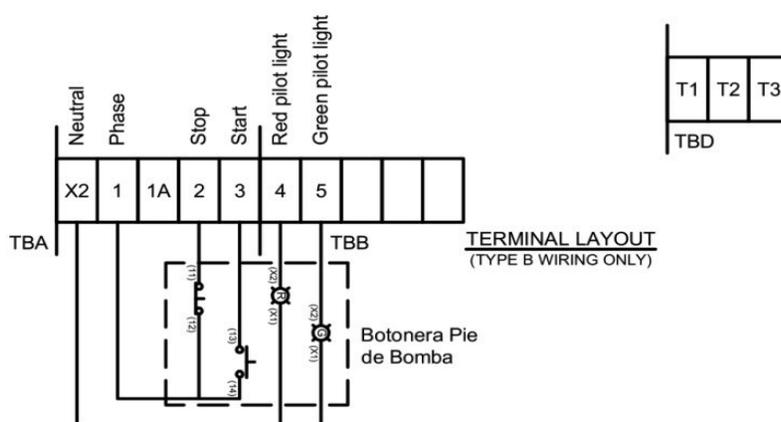


Nota. En la figura 21 se muestra el diagrama de conexiones de las borneras del tablero de pie de bomba, como así también el tag del cable. Tomado de (Seius S.A, 2021).

A continuación, en la figura 22 se muestra las borneras disponibles de cada controlador de motores.

Figura 22.

Borneras disponibles del control de motores.



Nota. En figura 22 se muestra las borneras disponibles para el control de motores en campo. Tomado de (Seius S.A, 2021).

3.5. Funcionamiento e instalación de los tableros.

En las fechas 20 y 21 de éneo del 2022 se realizó la instalación de los siguientes tableros eléctricos:

3.5.1. *Instalación del tablero de transferencia automática.*

Se realizó la instalación del armario eléctrico de transferencia automática de energía eléctrica. Para la alimentación del tablero se realizó la conexión de las tres líneas eléctricas de 460 voltios de la empresa Nayon, las tres líneas pasan por los transformadores de corriente y van conectas al primer breaker automático, la cual

alimentara a los demás breaker de uso general de la empresa. El segundo breaker automático es alimentado por las líneas eléctricas del generador el cual también trabajara con un voltaje de 460 voltios y también alimentara a los demás breakers del sistema eléctrico. En las configuraciones del DSE 4520 se configuro una caída de voltaje mínimo de los 470 voltios, de forma que, si el voltaje no se mantiene en el rango de 470 V a los 460 V, el módulo detectara el fallo e inmediatamente realizara el cambio automático del voltaje de la red eléctrica de la empresa de Nayon a la red del generador eléctrico en un tiempo de 1 segundo, con la finalidad de que el sistema trabaje con el rango de voltaje mencionado anteriormente.

En la figura 23 se observa las conexiones eléctricas tanto de la red como del generador hacia el tablero de transferencia automática.

Figura 23.

Conexiones de alimentación de la red eléctrica al tablero.



Nota. En la figura 23 se muestra las conexiones eléctricas de alimentación para la puesta en funcionamiento del armario eléctrico de 460 voltios.

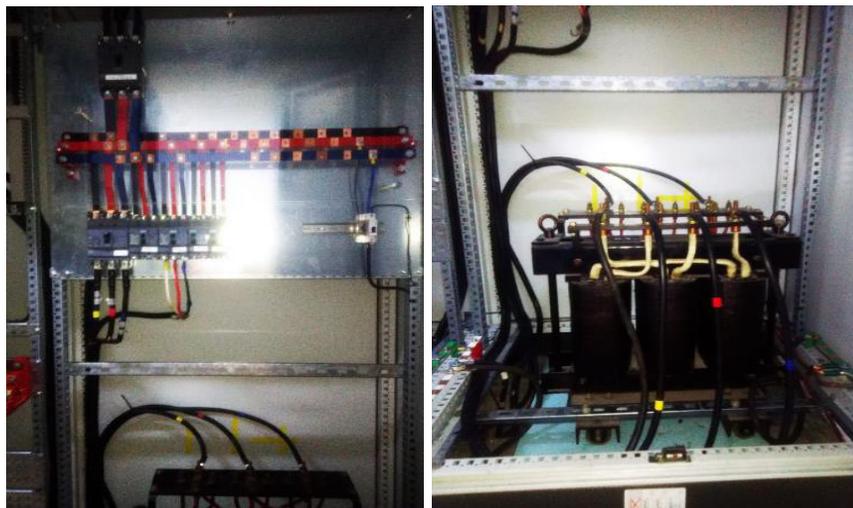
3.5.2 *Instalación del tablero de distribución de energía.*

Se realizó la instalación del armario de distribución de energía eléctrico, para las alimentaciones de distintos sistemas de la empresa. Para la alimentación del tablero se realizaron las siguientes conexiones: A partir del breaker eléctrico del armario de transferencia de energía de 460 voltios se conectó a las entradas de un transformador eléctrico con el fin de reducir el voltaje a los 220 voltios para la alimentación de los sistemas de bajo consumo de la empresa, dejando dos *breakers* de reserva para otros sistemas de energía de la empresa.

En la figura 24 se observa las conexiones eléctricas del transformador eléctrica para la transformación de los 460 hacia los 220 voltios.

Figura 24.

Funcionamiento del armario de distribución de energía.



Nota. En la figura 24 se muestra las conexiones eléctricas para el funcionamiento del tablero de distribución de energía de 220 voltios.

3.5.3 *Instalación y funcionamiento del centro de control de motores.*

El centro de control de motores es alimentado a partir del armario de transferencia de energía para su funcionamiento. Para el control de las bombas de los tanques de aceite, del ventilador de aire, de la bomba de drenaje. Alimentación de descarga, alimentación de filtro de aceite, alimentación de potencia, bombas de engrase, alimentación de grúa, bomba normal de aceite, y bombas de reserva se realizó las conexiones ya mencionadas anteriormente, las conexiones de control fueron realizados para automático y manual, y también se realizaron las conexiones para el control encampo por medio de los tableros de control de cada sistema.

En la figura 25 se observa el funcionamiento del centro de control de motores, como también las borneras de control.

Figura 25.

Pruebas de funcionamiento del MCC.



Nota. En la figura 25 se muestra el funcionamiento del centro de control de motores para el accionamiento de los sistemas de la empresa.

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- El presente documento fue realizado previo a la puesta en marcha de los equipos, donde se detalla los diagramas de conexión del sistema de transferencia automática de energía eléctrica, distribución y centro de control de motores.
- Para la intercalación del tablero de transferencia automática de energía en la Central Hidroeléctrica Nayón, se detalló los parámetros de configuración del equipo DSE y los diagramas de conexiones eléctricas.
- Para la configuración de los parámetros del equipo DSE se utilizó el *software Configuration Suite* proporcionado por el fabricante, el cual permite configurar a los parámetros de tiempos, niveles de voltaje, rango de frecuencia, etc. También permite activar y desactivar los diferentes tipos de alarmas.
- Las especificaciones técnicas del centro de control de motores se presentaron conjuntamente con el dossier al momento de la puesta en marcha en la Central Hidroeléctrica Nayón donde se instalaron los armarios.
- El armario de distribución de energía de 220 V es alimentado a partir del armario de transferencia automática de energía eléctrica de 460 V, la energía pasa por el transformador reductor alimentado así los elementos que constituye el armario de distribución de energía eléctrica.

4.2. Recomendaciones

- En cuanto se ponga en funcionamiento el tablero de transferencia automática de energía, se recomienda desactivar las alarmas que no se utilizaran en la configuración del equipo DSE, de forma que no suceda ningún error.
- Realizar el etiquetado del cableado eléctrico de los armarios por medio de la maquina etiquetadora Brady, con la finalidad de que el operador reconozca las conexiones y este de acorde con los planos eléctricos.
- En las conexiones eléctricas se recomienda utilizar el calibre de los cables de acorde con el tipo de energía que se trabajará y en base a normativas técnicas, de la misma forma para las comunicaciones de diferentes equipos.
- Para las conexiones de los transformadores de corriente TC's, se recomienda instalar en las líneas de fuerza de alimentación del armario, de forma que el medidor PM 5000 detecte y mida voltaje, corriente, frecuencia y potencia.

Glosario

- **DSE.** - Es un módulo controlador de fallas de la red eléctrica automática, este módulo monitorea la frecuencia, el voltaje, la corriente, la potencia, etc.
- **UPS.** - Sistema de Alimentación Ininterrumpida, permite tener un flujo de energía eléctrica por medio de baterías de forma que no se pierda información al momento de una falla eléctrico en la red.
- **DC.**- Corriente continua y más conocido como corriente dirigida o en dirección
- **AC.** - Corriente alterna es la corriente que fluye por las líneas eléctricas de la red eléctrica.
- **CPU.** - Es la unidad central de procesamiento del módulo DSE 4520
- **PM.** - Medidor de energía eléctrica
- **Spacial SF.** - Es la placa de montaje intermedia regulada a pasos de los armaros Schneider Electric.
- **TC.** -Transformador de corriente donde permite aislar los instrumentos de protección.
- **S-/X1.**- Primera salida negativa del transformador de corriente TC.
- **S+/X3.**- Tercera salida positiva del transformador de corriente TC.
- **IVE.** - Es el aparato que permite el interclavamiento eléctrico entre dos interruptores eléctricos, el funcionamiento está basado en los contactos OF y SDE. (Schneider Electric, 2020)
- **E300.**- Relé eléctrico de sobrecarga que proporciona información sobre voltaje, corriente y energía. (Melexa S.A.S, 2019).

- **MCC.-** Centro de control de motores, donde contiene todos los equipos necesarios para el arranque y protección de los motores. (IGC, 2018)
- **TBA.** – Tablero de bombas automático.

Bibliografía

Allen-Bradley. (2017). *Relé de sobrecarga electrónico 300*.

Aquise, E. R. (16 de Julio de 2019). *Facultad de Ingeniería* . Obtenido de Facultad de Ingeniería :

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2622/Edwin%20Carrion_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Recuperado el (17 de Noviembre de 2021)

Canchi, J. A. (23 de Octubre de 2020). *Facultad de ingeniería de producción y servicios*. obtenido de Facultad de ingeniería de producción y servicios:

<http://190.119.145.154/bitstream/handle/20.500.12773/12943/IEalcaja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Recuperado el (120 de Noviembre de 2021)

Ceballos, E. G. (03 de Marzo de 2018). *Diseño y control de un centro de control de motores*. Obtenido de Diseño y control de un centro de control de motores:

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/3710/T0001599.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Recuperado el (24 de Noviembre de 2021)

Cordova, E. (29 de Enero de 2021). *Polyexcel*. Obtenido de Polyexcel:

<https://polyexcel.com.br/es/esp-industria/redes-de-distribucion-de-energia-electrica-como-funciona-y-sus-caracteristicas/>. Recuperado el (12 de Diciembre de 2021)

Cruz, D. S. (04 de Diciembre de 2020). *Tablero de transferencia generador*. Obtenido de Tablero de transferencia generador:

<https://www.youtube.com/watch?v=IBcUgkfdk4>

Cruz, L. H. (14 de Junio de 2019). *Caracterización de un centro de control de motores “ccm”*. obtenido de caracterización de un centro de control de motores “ccm”:

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22346/HIncapieLucas2019.pdf?sequence=1>. Recuperado el (15 de Diciembre de 2021)

Flores, J. (2021). Quito.

Gillermo, R. (2018). *Ingenieros* . Bogotá : <https://www.ac-cc.com/blog/como-funciona-un-tablero-de-transferencia-automatica>. Obtenido de <http://www.ele.uva.es/~imartin/libro/index.html>. Recuperado el (16 de Diciembre de 2021)

González, S. H. (22 de Octubre de 2015). *Diseño del centro de control de motores de una planta* . Obtenido de Diseño del centro de control de motores de una planta : <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/26450#preview>. Recuperado el (16 de Diciembre de 2021)

Hernán, A. H. (12 de Marzo de 2018). *Facultad de ingeniería arquitectura* . obtenido de Facultad de ingeniería arquitectura : <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4867/%C3%81ngulo%20Hern%C3%A1ndez%20-%20Yarleque%20Chunga.pdf?sequence=1>. Recuperado el (20 de Diciembre de 2021)

IGC. (25 de Febrero de 2018). Obtenido de <https://igc.com.pe/salas-de-control-mcc/#:~:text=Un%20centro%20de%20control%20de,y%20protecci%C3%B3n%20de%20motores%20el%C3%A9ctricos>. Recuperado el (20 de Diciembre de 2021)

Jackeline, A. T. (03 de Agosto de 2018). *Diseño e implementación de un tablero para la transferencia automática de energía*. Quito. Obtenido de

<https://charmex.info/es/articulo/sistemas-de-desinfeccion>. Recuperado el (22 de Diciembre de 2021)

Jason, Q. M. (2015). *Diseño de un centro de control de motores*. Sartenejas, Peru.

Jorge R. Osio, W. J. (2020). *Sistemas digitales basados en microcontroladores*. La Plata: UNLP.

Kazuya Shirahata. (19 de Julio de 2017). *Orientalmotor*. Obtenido de Orientalmotor: <https://www.orientalmotor.com.mx/tecnica/metodos-de-control-de-velocidad-para-diversos-tipos-de-motores-de-control-de-velocidad.html>. Recuperado el (22 de Diciembre de 2021)

Lasluisa, J. P. (2021). Residencia de Sistemas Eléctricos de Potencia mediante la conmutación de transmisión. *I+D Tecnología*, 5-6. Obtenido de ProtoSupplies.com: <https://protosupplies.com/product/gy-906-mlx90614-non-contact-precision-thermometer-module/>. Recuperado el (24 de Diciembre de 2021)

Lletí, F. B. (2015). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de Comunicación Bluetooth entre Arduino UNO y Android aplicado a un detector de mentiras": <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57549/Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Recuperado el (24 de Diciembre de 2021)

Melexa S.A.S. (20 de Octubre de 2019). *Melexa S.A.S*. Obtenido de Melexa S.A.S: <https://www.reporteroindustrial.com/temas/Rele-electrico-de-sobrecarga,-E300+50001716>. Recuperado en (05 de Enero de 2022)

MKII. (30 de Diciembre de 2021). *MKII*. Obtenido de MKII: <https://www.deepseaelectronics.com/genset/auto-mains-utility-failure-control-modules/dse4520-mkii>. Recuperado en (07 de Enero de 2022)

Monier, J. (21 de Enero de 2016). *Schneider Electric Industries SAS*. Obtenido de Schneider Electric Industries SAS: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Instruction+sheet&p_File_Name=7312750001-14_web.pdf&p_Doc_Ref=7312750001. Recuperado el (07 de Enero de 2022)

Negrete Izurieta, G. F. (10 de Julio de 2019). *ESPOL*. Obtenido de ESPOL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/46960>. Recuperado el (12 de Enero de 2022)

Ochoa, J. V. (2016). *Diseño e implementación de la transferencia de energía eléctrica*. Guayaquil. Obtenido de <https://autosolar.es/horizontales-monofasicas>. Recuperado el (12 de Enero de 2022)

Pastor, J., & Revenga, P. (Octubre de 2013). *Introducción al protocolo I2C*. Obtenido de Curso de sensores en plataforma Arduino: http://asimov.depeca.uah.es/robotica/file.php/66/Curso/Transparencias/ITA2013_4.2_BusI2C_V2.pdf. Recuperado el (13 de Enero de 2022)

Ramírez, D. (2011). *Electro componentes SA*. Obtenido de Fuentes de alimentación : http://www.sase.com.ar/2011/files/2010/11/SASE2011-Fuentes_de_alimentacion.pdf. Recuperado el (15 de Enero de 2022)

Samuel, R. C. (2017). *Redes de distribución de energía*. Manizales: Tercera Edición. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electronica/fuente-alimentacion.html>. Recuperado el (15 de Enero de 2022)

Sanchez, J. (26 de Enero de 2017). *Cosas de Física y Química*. Obtenido de Cosas de Física y Química: <http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/02/generacion-transporte-y-distribucion-de.html>. Recuperado el (15 de Enero de 2022)

Schneider Electric . (30 de Diciembre de 2021). *Schneider Electric* . Obtenido de Schneider Electric : <https://www.se.com/pe/es/product/METSEPM5340/pm5340-meter-ethernet-up-to-31st-h-256k-2di-2do-35-alarms/>. Recuperado el (16 de Enero de 2022)

Schneider Electric. (15 de Mayo de 2020). *Schneider Electric*. Obtenido de Schneider Electric: <https://www.se.com/mx/es/faqs/FA175913/>. Recuperado el (16 de Enero de 2022)

Seius S.A. (2021). Quito.

Vélez, Á. U. (14 de Mayo de 2017). *Distribución de energía eléctrica*. Obtenido de Distribución de energía eléctrica: https://www.ariae.org/sites/default/files/2017-05/distribucion_energ_electrica.pdf. Recuperado el (16 de Enero de 2022)

William, A. R. (03 de MAYO de 2021). *Diseño y construcción de un tablero de transferencia* . Obtenido de Diseño y construcción de un tablero de transferencia : <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/bitstream/123456789/142/1/ROLDAN%20BASTIDAS%20WILLIAM%20ALEXANDER.pdf>. Recuperado el (16 de Enero de 2022)

ANEXOS