



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**

Dimensionamiento y selección de un sistema de transferencia automático con  
inversor de redes para permitir el suministro eléctrico continuo en un  
centro de innovación tecnológica

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Ruiz Cavel, Omar (ORCID: 0000-0003-3516-6820)

**ASESOR:**

Mg. Valderrama Campos, Edwin Ronald (ORCID: 0000-0003-1254-8340)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta tesis a Dios por ser mi guía y bendecirme, dando fuerzas para lograr mis metas.*

*A mi familia por estar siempre conmigo y brindarme su apoyo y fortaleza para culminar mi carrera.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por guiarme durante toda mi vida y por darme salud y sabiduría para poder culminar mis estudios.*

*A mi esposa Mariella por su tiempo y comprensión.*

*A mis hijas Diana y Nicolle, mi mayor motivo para seguir adelante en mis estudios y ser un ejemplo para ellas.*

*A mis padres Elías y Emilia y a mi hermana Flor por el apoyo moral brindado.*

*A todos aquellos que me han orientado en la realización de la presente tesis.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MÉTODO.....	
33 2.1 Tipo y diseño de investigación.....	33
2.1.1 Tipo de investigación.....	33
2.1.2 Diseño de la investigación.....	33
2.2 Variables y Operacionalización.....	33
2.3 Población, muestra y muestreo.....	34
2.3.1 Población.....	34
2.3.2 Muestra.....	34
2.3.3 Muestreo.....	34
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
2.5 Procedimiento.....	34
2.6 Método de análisis de datos.....	35
2.7 Aspectos éticos.....	35
III. RESULTADOS.....	36
3.1 Cálculo de la demanda máxima de energía en los laboratorios del Centro de Innovación y Tecnología – Moche.....	36
3.1.1 Descripción y ubicación de Centro de Innovación y Tecnología –CIT de Moche. ....	36
Módulo 1.....	37
Módulo 2. ....	37
Módulo 3.....	38
Módulo 4.....	38
Laboratorio Hidráulica (M-101).....	38
Laboratorio de mecánica de suelos (M-102) .....	39
Laboratorio Topografía (M-103) .....	39
Laboratorio de Estructuras (M-104) .....	40
Laboratorio microbiología (M-105).....	40
Laboratorio Biotecnología (M-106) .....	41
Laboratorio procesos industriales (M-107) .....	42
Laboratorio de Ergonomía (M-108) .....	42
Laboratorios de Electrónica, Electricidad, Control y Manufactura (M:109- 111) .....	43
Laboratorio de Manufactura (M-112) .....	44
Laboratorio de Física (M-113) .....	44
Tópico y centro de información .....	44
Sala de docentes .....	44
3.1.2 Potencia instalada y demanda máxima energética del centro de innovación y tecnología – Moche .....	45
3.2 Dimensionamiento del Tablero de Transferencia Automática (TTA) y componentes.	50

3.2.1 Transformador.....	50
3.2.2 Grupo electrógeno.....	51
3.2.3 Priorización de áreas críticas .....	52
3.2.4 Dimensionamiento del Tablero de Transferencia Automática (TTA) y sus componentes.....	54
3.3 Elaboración de un diagrama de funcionamiento del sistema de transferencia automática con inversor de redes.....	56
3.4 Selección de componentes eléctricos para automatización del sistema de transferencia de redes.....	64
3.5 Determinación del costo de la implementación del sistema de transferencia automáticas de redes.....	65
IV. DISCUSIÓN.....	66
4.1 Cálculo de la demanda máxima de energía en los laboratorios del Centro de Innovación y Tecnología – Moche.....	66
4.2 Dimensionamiento del Tablero de Transferencia Automática (TTA) y componentes.....	68
4.3 Elaboración de un diagrama de funcionamiento del sistema de transferencia automática con inversor de redes.....	69
4.4 Selección de componentes eléctricos para automatización del sistema de transferencia de redes.....	70
4.5 Determinación del costo de la implementación del sistema de transferencia automáticas de redes.....	71
V. CONCLUSIONES.....	72
VI. RECOMENDACIONES.....	73
VII. REFERENCIAS.....	74
VIII. ANEXOS .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.0 Operacionalización de las variables.....	33
Tabla 3.1 Distribución de la Potencia nominal instalada en el Centro de Innovación y Tecnología - Moche.....	45
Tabla 3.2 Demanda máxima energética del Centro de innovación y Tecnología – Moche según el Código Nacional de Electricidad.....	49
Tabla 3.3 Laboratorios priorizados para la automatización en la transferencia de red.....	53
Tabla 3.4 Componentes eléctrico empleados en la automatización de un sistema de transferencia de redes.....	61
Tabla 3.5 Costo de construcción de un tablero de transferencia automática.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Mecanismo de transición abierta.....	22
Figura 1.2	Mecanismo de transición cerrada.....	22
Figura 1.3	Kit para un sistema de transferencia automática.....	23
Figura 1.4	Esquema de cableado y lógica de conmutación para un sistema de trasferencia automática de redes.....	23
Figura 1.5	Algoritmo para el funcionamiento de un sistema de transferencia automática.....	24
Figura 1.6	Representación típica de un diagrama unifilar.....	24
Figura 3.1	Frontis del Centro de Innovación y Tecnología de Moche .....	36
Figura 3.2	Distribución de módulos, laboratorios y talleres del centro de innovación y tecnología CIT – Moche.....	37
Figura 3.3	Laboratorio Hidráulica (M-101) del CIT – Moche.....	38
Figura 3.4	Laboratorio de mecánica de suelos (M-102) del CIT – Moche.....	39
Figura 3.5	Laboratorio de Estructuras (M-104): del CIT – Moche.....	40
Figura 3.6	Laboratorio microbiología (M-105): del CIT – Moche.....	41
Figura 3.7	Laboratorio Biotecnología (M-106) del CIT – Moche.....	41
Figura 3.8	Laboratorio procesos industriales (M-107): del CIT – Moche.....	42
Figura 3.9	Laboratorio de Ergonomía (M-108) del CIT – Moche.....	43
Figura 3.10	Laboratorios de Electrónica, Electricidad, Control y Manufactura (M:109- 111): del CIT – Moche.....	43
Figura 3.11	Distribución porcentual de la potencia nominal instalada en el CIT- de Moche.....	46
Figura 3.12	Distribución de las cargas de alumbrado, calefacción y otras cargas según tipo de laboratorio en el CIT- Moche.....	47
Figura 3.13	Transformador del CIT – Moche.....	50
Figura 3.14	Placa del Grupo Electrógeno del CIT – Moche.....	51
Figura 3.15	Grupo Electrógeno del CIT – Moche.....	51
Figura 3.16	Tablero de transferencia automática y sus componentes.....	55
Figura 3.17	Esquema del sistema eléctrico actual del CIT Moche.....	57
Figura 3.18	Esquema del sistema propuesto para el CIT Moche.....	58
Figura 3.19	Esquema del diagrama eléctrico del sistema de automatización propuesto para el CIT Moche.....	60
Figura 3.20	Esquema del circuito de control del sistema de automatización propuesto para el CIT Moche.....	63

## RESUMEN

El Centro de Innovación y Tecnología (CIT), ubicado en el distrito de Moche de la provincia de Trujillo, cuenta con laboratorios de diferentes ramas de la ingeniería y biotecnología, así como infraestructura eléctrica con suministro de la red pública y un grupo electrógeno para casos de emergencia, sin embargo, el sistema de transferencia no está automatizado y se realiza en forma manual. Considerando la importancia de un suministro continuo de energía para los laboratorios y una adecuada protección de los equipos y como modelo de enseñanza en automatización de sistemas eléctricos a los estudiantes, se realizó la presente tesis con el objeto de implementar un sistema de transferencia automática con inversor de redes entre la red pública y el grupo electrógeno disponible en el Centro. Para el logro de dicho objetivo se planteó como objetivos específicos la determinación de la demanda máxima energética, dimensionar un tablero de transferencia automática, realizar un diagrama de funcionamiento, seleccionar los componentes y el costo del tablero de transferencia automática.

El trabajo de campo consistió en, previa obtención de los permisos y autorizaciones respectivas, levantar información respecto a los dimensionamientos de las instalaciones, así como de las características eléctricas de los equipos instalados en las aulas y laboratorios y principalmente del grupo electrógeno, tableros y sistemas eléctricos del CIT.

Los resultados mostraron que el centro tiene una potencia nominal instalada de 258.02 kW y considerando los factores de demanda y simultaneidad se obtuvo una demanda máxima de 152.58 kW, superior al proporcionado por el grupo electrógeno que alcanza 100.3 kW al 85 % de su capacidad, por lo que se priorizaron ocho laboratorios a automatizar. El dimensionamiento del Tablero de transferencia se realizó para la capacidad del grupo electrógeno, que, considerando una red trifásica de 380 voltios, un factor de potencia de 0.8 y un 25 % de sobre carga se obtuvo una intensidad de diseño de corriente de 236.4 Amperios que se redondeó a 250 A. El diagrama de funcionamiento se realizó para ocho laboratorios, seleccionándose un inversor de redes, interruptores termo magnéticos y mandos motorizados de la marca Legrand, siendo el costo del Tablero de transferencia automática de S/. 12,946.5 nuevos soles.

**Palabras clave:** *Automatización, inversor, redes, transferencia*

## ABSTRACT

The Innovation and technology Center located in Moche city of province of Trujillo, has got many laboratories about ingenniering and biotechnology, also electric infrastructure with supply of public grid and electrical generator for emergency situations, however, the transfer system is not automated and it is operated manually.

Considering the importance about a continuous supply without any break of energy for laboratories that make different sensitive activities, adjusted protection of electrical equipment and mainly as model of teaching in automation of electrical systems to the students, was carried out the present thesis with the objective of implementing a system of automatic transfer with a network inverter between public grid and electrical generator available in the Center. To achieve this objective, it was considered as specific objectives the determination of maxim demand of energy, dimensioning a automatic transfer box, to make a diagram of operation, to select the components and the cost of the automatic transfer box.

The field work consists of, after obtaining the respective permits and authorizations, collecting information regarding the sizing of the facilities, as well as the electrical characteristics of the equipment installed in the classrooms and laboratories and mainly of the generating set, boards and systems. of the CIT.

The results showed that the Center has got a installed power basic of 258.02 kW and considering the factors of demand and simultaneity it was got a maxim demand of 152.58 kW, more than the supplied by the electrical generator that reach 100.3 kW at 85% of its capacity, then it was prioritized eight laboratories to automatize. The dimensioning of transfer box was done according to the capacity of the electrical generator, that, considering a trifasic grid of 380 voltios, a factor of power of 0.8 and a 25% of overcharge it was got an intensity design of 236.4 A that was rounded at 250 A. The diagram of functioning was performed for eight laboratories, and a inverter of grid, automatic switches and motorized from legrand marcas were selected, and the cost of automatic transfer box was S/. 12, 946.5 PEN.

**Keywords:** *Automation, inverter, networks, transfer*



## I. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica, es el medio necesario para desarrollar muchas actividades diarias que realiza el ser humano, a nivel residencial, comercial e industrial.

Cada día somos más dependiente de las tecnologías, estamos interesados en los equipos de mejor avance tecnológico, porque resuelven nuestras diferentes necesidades. Hacemos uso de procesos tan sencillos como las redes sociales, estandarte del Internet, o tan complejos como los de seguridad, defensa, salud, educación y economía de un país (Daves, 1981. Pp. 9).

Del mismo modo que ha avanzado el desarrollo tecnológico, las empresas han implementado herramientas complejas que resuelven al instante las fallas energéticas sin detener la producción (Duran, 2012. Pp.7). Los sistemas de emergencia de energía están siendo cada día más utilizados, debido a la necesidad de proteger los equipos utilizados en diversos campos de trabajo (Wildi, 2017. Pp.47).

Es por eso, que los laboratorios del Centro de Innovación y tecnología de Moche no son ajenos a estos problemas de corte de energía eléctrica, por el cual se ve afectada en sus equipos de transferencia de datos (servidores), ya que todo lo tiene interconectado en las oficinas de jefaturas, secretarias, el regular dictado de clases y sus respectivos equipamientos de sus laboratorios. Los laboratorios del Centro de Innovación y tecnología cuentan con un sistema de generador de energía eléctrico accionado por un motor de combustión interna que según entrevista a los docentes del área de ingeniería mecánica eléctrica, nos dicen que este generador está sobredimensionado para la demanda que requiere los laboratorios del Centro de Innovación y Tecnología en Moche, lo cual estaría generando pérdidas económicas cuando se da uso a este generador, y es más, este generador no se encuentra conectada de forma automática a la red eléctrica, por lo que necesita de un operador quien es el encargado de arrancar dicho generador y realizar la transferencia de forma manual, realizando la transición de la energía de la red al generador eléctrico. Esta falta de suministro eléctrico, genera muchos problemas que son perdidas económicas para la entidad.

Siendo necesario contar con suministro eléctrico continuo, se automatiza el grupo electrógeno de tal forma que no se necesite la presencia de ningún operario para poder activarlo, previamente constataremos la demanda máxima energética de los laboratorios.

Es por ello, que se pretende desarrollar el presente trabajo de tesis “Diseño de un sistema de transferencia automática con inversor de redes en la sub estación de los laboratorios de un Centro de Innovación y Tecnología”, siendo estos respaldados por un sistema de emergencia energético automatizado, con el propósito de mejorar la calidad y continuidad del sistema eléctrico y evitar que se dañen los equipos eléctricos y los equipos didácticos de enseñanza en los laboratorios de Moche.

Dada la importancia de contar con suministro continuo de energía eléctrica y por otro lado los constantes cortes de energía que se presentan por parte de las empresas suministradoras del servicio eléctrico, se han desarrollado diferentes tecnologías para hacer uso de fuentes de energía alternativas y que sirven de respaldo ante fallos en la red. Sin embargo, la aplicación de dichas tecnologías requiere de conocimientos avanzados y personal especializado, por lo que ha sido estudiado y analizado por diferentes investigadores con el fin de facilitar su implementación, como los que se describen en los párrafos siguientes.

Revelo, Anthony (2019), diseñó un tablero de transferencia automático con monitoreo SCADA para sincronizar el proceso de transferencia energética entre dos fuentes de alimentación; la red pública y la red de emergencia. El programa de sistema de control y adquisición de datos SCADA interconectado a un controlador lógico programable PLC sincroniza el proceso de transferencia teniendo el control y monitoreo del sistema mediante un computador de manera remota con una conexión a ethernet. El controlador lógico programable (PLC), se comporta como el cerebro en el sistema, y la parte de supervisión, que es realizada por los monitores de tensión, los cuales reaccionan ante la presentación de energía eléctrica en cada fase; la fuerza está conformada por relés de interface y contactores. El sistema de control efectúa la función de seleccionar que tipo de fuente de alimentación se active, que puede ser red principal o red auxiliar, este proceso puede ser de manera automática o manual dependiendo del usuario, el sistema cuenta con varias protecciones como fusibles y

disyuntores, para no afectar a los equipos en caso de una sobrecorriente. La interfaz más conveniente es por medio de un Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), comunicado por modbus RS 485 hacia un controlador lógico programable (PLC), el cual transfiere datos provenientes por el analizador de redes, para observar los diferentes parámetros como: frecuencia, voltaje, corriente, potencia y factor de potencia en cada línea, así mismo como el control de tablero de transferencia automático de manera local y remota.

Rivera y Espinoza (2017), diseñaron un sistema de transferencia automática de energía eléctrica el cual garantizaba el fluido eléctrico continuo y confiable en una instalación eléctrica, cumpliendo con el dimensionamiento de su propio grupo electrógeno y UPS, cumpliendo con los requerimientos de seguridad y funcionalidad dentro del sistema con base en las normas eléctricas vigentes. Lograron presentar métodos de transferencia de energía eléctrica, con grupo electrógeno, logo PLC y UPS. Simularon el diseño propuesto de interrupciones de energía de la red pública para la transferencia automática de energía eléctrica mediante el software logo Soft y CADE SIMU.

Angulo y Yarleque (2018), diseñaron un sistema de transferencia automático de energía para monitorear los parámetros eléctricos en el grupo electrógeno del Hospital de Lambayeque, para reducir el tiempo en el cual se activa el grupo electrógeno y verificar que el sistema opere correctamente cuando se realice la transferencia energética. Esto garantiza la fluidez de energía las 24 horas del día. Este diseño consideró la demanda máxima del Hospital, lo que les permitió seleccionar el interruptor de transferencia y demás complementos así como el diseño de la TAD teniendo como base los softwares LabVIEW, Proteus, Virtual serial port, Multisim y Pic Basic Pro, que, mediante su interconexión, permitió el diseño de la TAD y su simulación para verificar la activación del grupo electrógeno, y por ende el monitoreo de los parámetros eléctricos.

Sánchez (2012), en su tesis tuvo como objetivo automatizar un sistema para transferir energía de la red principal al generador eléctrico de 40KVA en el edificio Wartsila-Ecuador mediante el uso de PLC. El circuito de potencia, lo conformaban 2 contactores electromagnéticos de 125 A, protegidos contra sobre intensidades por un interruptor

termomagnético y fusibles NH. El circuito de control estaba controlado mediante módulos, un controlador lógico programable LOGO de 12/24RC, relés 12 VDC protegidos con fusibles de 1A y el software usado: LOGO! Soft. Comfort V6.1. Concluyendo que el sistema de transferencia automática permite un suministro continuo de electricidad durante las 24 horas del día y esto permite no tener pérdidas económicas por falla en la producción, así como de información en los departamentos administrativos.

Quintuña y Villacis, (2012), diseñaron y construyeron un tablero de transferencia monitoreado con sistema SCADA, con las siguientes características: Dimensiones 800 x 1000 x 300 mm; una pantalla táctil siemens OP/177B para observar el funcionamiento del equipo, un PLC que controla los procesos, también lleva una fuente de 24 VCC para que funcionen los dispositivos que requieren corriente continua. También lleva un variador de frecuencia para el arranque de la carga, transformador de corriente, relés de interface para proteger al PLC. Los contactores actúan según se programe el PLC en el circuito de potencia, se conectan interruptores automáticos para la protección de los componentes del tablero, una barra para sincronizar el generador y el suministro de energía de la carga. El autor concluye que la adecuada selección de equipos y elementos que forman parte del tablero permiten la adecuada sincronización y transferencia de los generadores síncronos.

Luna (2006), en su diseño de un interruptor de transferencia automatizado consideró los siguientes parámetros: Interruptor de transferencia con capacidad para realizar cierre y apertura remota por un solenoide de accionamiento remoto, también consideró la desactivación manual en caso de emergencia o mantenimiento. Dispositivos contra sobrecorrientes, los EPS deben estar sincronizados con las demás protecciones del sistema. Circuito de baypass, desvía el servicio alrededor del interruptor de transferencia. Generador que debe ser dimensionado para evitar sobrecarga. La selección del voltaje de operación los generadores operan en rangos de 120 V a 600 V para bajas tensiones y 600 V a 35 KV para media tensión. Cumpliendo con los parámetros el sistema de emergencia consta de transferencia con sincronización automática con potencia eléctrica que son abastecidas por cuatro generadores modelo 3508 y los otros dos modelos 3516 trabajan en paralelo, tiene una computadora para

su control. La corriente máxima que genera es de 3600 A, sus circuitos de potencia está compuesta por dos interruptores de potencia con contactores auxiliares, su relé de potencia inversa va conectada en la fase del interruptor del generador.

Fernández y Duarte (2015), desarrollaron un sistema que permite la transferencia eléctrica de la red a un grupo electrógeno trifásico en forma automática, controlando el encendido y apagado del grupo, así como su sistema de precalentamiento. Los autores consideran que la transferencia automática de energía entre redes de suministro puede realizarse utilizando diferentes tecnologías que están en función de la potencia de los grupos electrógenos a controlar, del presupuesto y nivel de seguridad requerido. En grupos con potencias entre 10 y 50 KVA se utilizan automatismos básicos integrados por relés, temporizadores y contactores, pero en equipos de mayor potencia se emplean automatismos más complejos como el uso de tarjetas electrónicas, PLCs y sistemas tipo SCADA que permiten una óptima operación, pero su costo no permite utilizarlo en equipos de baja potencia. El sistema de automatización desarrollado realiza el encendido del grupo electrógeno mediante el uso de un motor eléctrico de corriente continua, realiza un precalentamiento del grupo mediante encendido y apagado de una resistencia que mantiene agua a una temperatura establecida. Para la transferencia automática de la red al grupo utiliza dos contactores con enclavamiento mecánico y eléctrico operados en forma manual o automática mediante dos tarjetas electrónicas o microcontroladores PIC16F877 y PIC16F873.

Riesco et al (2013) con el objeto de asegurar la continuidad del suministro energético en los centros hospitalarios, presentan una propuesta de suministro eléctrico y distribución de cargas en las instalaciones. Para ello hacen una zonificación y clasificación de las áreas en dos zonas, una esencial y otra no esencial. En la zona esencial además distinguen dos áreas, una crítica y otra no crítica. Para la zona crítica esencial recomiendan un suministro continuo de energía y una fuente alternativa disponible en forma automática con un tiempo de demora no mayor a 0.5 segundos, además algunas de las áreas deben tener autonomía energética como mínimo dos horas. Las otras áreas no críticas igualmente deben tener un suministro alternativo en forma automática, pero con un tiempo no mayor a 20 segundos. Las zonas no esenciales consideran que no requieren un suministro alternativo, por lo que ante un

fallo en la red pública quedan sin servicio hasta que se restablezca la red. Para un aseguramiento en el suministro proponen el uso de dos fuentes de suministro externa diferentes, que ante el fallo de una red la transferencia a la otra red debe hacerse en forma automática. El equipo encargado de hacer esta transferencia como un autómata programable debe contar con un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) y con alarma visual o sonora. Como la segunda fuente de alimentación tampoco resulta fiable, consideran que se debe garantizar un suministro seguro a través del uso de grupos electrógenos que sean capaces de cubrir el 100% de las cargas de las zonas esenciales críticas en forma estable y continua. Para ello proponen el uso de dos grupos funcionando en paralelo cada uno con su tanque de combustible para 24 horas de funcionamiento además de un tanque de reserva para una semana de funcionamiento. Consideran que el equipo de control de los grupos debe garantizar la transferencia de energía entre los grupos electrógenos y la red y viceversa sin corte en un tiempo máximo de 5 segundos. Para garantizar el funcionamiento de estos equipos se debe disponer de un banco de baterías acumuladoras.

Silva (2018), con el objeto de tener un suministro ininterrumpido de energía de buena calidad, hace un dimensionamiento de la demanda máxima energética del nuevo hospital de Chala en Arequipa y en función de ello presenta un sistema de suministro eléctrico con su respectivo presupuesto. A partir de la demanda máxima a atender selecciona un grupo electrógeno, los UPS, transformador aislante y el tablero de transferencia automática (TTA). En la implementación del TTA considera los automatismos DPX de la marca Legrand, estos dispositivos monitorean la red eléctrica y ante cualquier alteración arrancan el grupo electrógeno, hacen la transferencia de la red pública hacia el grupo electrógeno y viceversa. Por otro lado, pone énfasis en el dimensionamiento y número de UPS a utilizar, especialmente de los UPS on-line porque son fuente de energía ante un corte en la red y tienen autonomía propia porque utilizan baterías incorporadas, aunque dicha autonomía depende de muchos factores, duran lo suficiente como para dar tiempo al encendido y estabilización de los grupos electrógenos. Los UPS garantizan un suministro de energía y su funcionamiento consiste en almacenar y proveer de energía y lo hacen utilizando varios componentes como un cargador, batería, inversor y el conmutador. El inversor está continuamente

conectado a la red principal y funciona con energía de la batería que le provee de corriente continua a la cual convierte en corriente alterna a su salida.

Arroyo (2015), presentó un sistema de transferencia automática entre la red pública y un grupo electrógeno para una empresa del Ecuador, la transferencia se realiza con interruptores automáticos termomagnéticos con interbloqueo mecánico y eléctrico controlados por un mini PLC que garantiza una transferencia automática. El autor hace uso del sistema de inversores de redes al que denomina sistema de transferencia automática de redes con mandos motorizados o telemandados y están formados por interruptores automáticos con enclavamiento mecánico y eléctrico que pueden ser operados a distancia por un sistema de control automático. Utilizó un inversor de redes por telemando proporcionado por Schneider pero sin el control automático integrado BA o UA y la placa ACP en su defecto lo reemplazó por un PLC Zelio Logic 2 también de Schneider Electric, obteniendo finalmente el mismo resultado y verificado por el personal de Schneider, sin embargo recomienda que estos cambios deben hacerse por personal experimentado en transferencias por telemando.

Torres y Rendón (2008), ante un sistema de transferencia eléctrica antiguo de un hospital del Ecuador, proponen un nuevo sistema de transferencia automática para la continuidad del sistema eléctrico, porque el sistema anterior era obsoleto y no funcionaba adecuadamente debido a que estaba constituido por dos disyuntores automáticos, relés, contactores, temporizadores y equipos de medición analógicos como Amperímetros, Voltímetro, Frecuencímetro y un Vatímetro, que no brindan exactitud en las mediciones. Proponen el uso de un PLC, interruptores automáticos y un analizador de redes que permitan una conexión a un sistema SCADA. El sistema antiguo opera manualmente porque los disyuntores e interruptores del diseño original fueron malogrados y modificados para ser operados en forma manual y lo que se requiere es que el sistema funcione en forma automática y de manera fiable por tratarse de un hospital. El automatismo es importante por la rapidez y seguridad con que se efectúa la transferencia eléctrica de la red a la del grupo, lo que permite salvar vidas no solo de pacientes sino también del operario que ya no tendría que arriesgarse manipulando el sistema manualmente. Por otro lado, el sistema antiguo no cuenta con un manual de operaciones y planos que permita realizar un adecuado mantenimiento del sistema, tampoco con un registro de eventos debido a que los equipos analógicos

empleados no permiten guardar información. Los autores proponen el uso de inversores de redes compuestos por interruptores automáticos Compact NS1000L de Schneider, un PLC Twido compacto de 24 E/S, un analizador de red PM500, UPS de 1 kW y supresor de tensión.

Ponce y Montufar (2014), realizaron la automatización de transferencia de energía de la red a un grupo electrógeno de 6.5 KVA de un grifo en la ciudad de Juli en Puno. En este caso la empresa surtidora de combustible ya disponía de un grupo electrógeno para el cual los autores automatizaron su encendido y suministro de energía ante una caída de tensión por debajo de los 180 voltios o un corte en el suministro de energía por parte de la red pública. Determinaron una demanda máxima de 5.9 kW y diseñaron un tablero de transferencia automática para condiciones de 3900 msnm. Emplearon un microcontrolador PIC16F877, un circuito de control elaborado por ellos mismos, contactores, relés y servomotores. El modo de operación propuesto consiste en que inicialmente la red pública alimenta al sistema y un analizador de red censa su comportamiento y ante una anomalía el servomotor1 pierde la señal entonces otro servomotor2 envía una señal al PLC el cual mediante un temporizador monitorea la anomalía por 5 segundos, entonces el PLC envía una señal para abrir el contactor de la red pública y el controlador da paso a la energía del generador el cual empieza a funcionar y alimentar al sistema. Cuando se restablece la red el servomotor1 se activa y manda una señal al controlador y el PLC hace la transferencia del generador a la red, pero el generador sigue funcionando por 3 minutos. Los componentes del sistema de transferencia durante el proceso que dura la transferencia son alimentados por corriente continua provenientes de un banco de baterías que cumplen la función de UPS.

Bravo (2017), diseñó un sistema SCADA para controlar y monitorear el buen funcionamiento de los UPS del Data Center de la Financiera EDPYME OLMOS. La empresa dispone de un sistema de transferencia de red eléctrica automática y el equipamiento adecuado para hacer funcionar un grupo electrógeno ante alguna falla en la red principal, dicho sistema está compuesto por controladores lógicos programables (PLC), sistemas de tele medición, paneles solares, UPS, grupo electrógeno, sistemas contra incendios etc. Estos sistemas de transferencia automáticos realizan la transferencia eléctrica de la red pública a la red del grupo electrógeno, pero



basan su funcionamiento en la energía que les provee los UPS, sin la cual no podrían funcionar. Dada la importancia del buen funcionamiento de estos equipos en todo momento, el autor considera que se debe controlar el buen funcionamiento de los UPS monitoreando la corriente, voltaje, frecuencia, potencia a la entrada y salida de los UPS, temperaturas, descarga de baterías, así como voltaje de la red y la del grupo electrógeno mediante un sistema SCADA que para el caso del data Center de la financiera EDPYME OLMOS recomienda el modelo SIAR/SCADA terminal y software HMI 01.00.00 por un valor de S/. de 26,000 que permite monitorear la electricidad y temperatura de los UPS en tiempo real vía internet.

Murillo (2015), presentó una propuesta para el mejoramiento de la subestación eléctrica de un hospital del departamento de Risaralda en Colombia, debido a que no presentaba las condiciones para su normal funcionamiento y adecuación a la normatividad vigente. La subestación eléctrica que sirve de respaldo ante una falla en la red tiene más de 40 años y ha sido constantemente modificada debido a las ampliaciones tanto en obras civiles como energéticas realizadas en el hospital. Los componentes eléctricos y mecánicos, así como los tableros eléctricos de distribución y transferencia no han sido cambiados, están obsoletos y no brindan confiabilidad. La subestación fue proyectada para una demanda de 400 kVA, tiene un transformador de tipo sumergido en aceite de 630 kVA pero se requiere uno de 1000 kVA y de tipo seco. Cuenta con dos grupos electrógenos en buenas condiciones, uno de 500 kVA y otro de 337.5 kVA debido al mantenimiento que se les realiza cada 6 meses. Los barrajes de cobre actuales solo soportan 1800 A y se requiere de 3200 A así como un cambio de cableado. El sistema de transferencia tiene el problema que ante un fallo en la red se activa el primer grupo electrógeno, pero tarda 15 segundos en suministrar energía y ante un fallo en el primer grupo se activa el segundo grupo que tarda 10 segundos en suministrar energía, que para el caso de un hospital no es aceptable. Proponen el uso de un sistema de transferencia compuesto por un tablero de 2x2.2x0.6m conteniendo un medidor digital multifuncional de energía, transferencia automática con enclavamiento, sistema de control compuesto por relés con memoria de datos y un sistema de inversor de redes compuesto por interruptores tripolares Compact NSX630N con unidad Micrologic 2.3 de 630 A. El autor realizó una medición de las demandas energéticas del hospital durante una semana y en base a ello consideró tres

zonas de distribución normal y tres zonas de distribución esencial, requiriéndose de 6 tableros de distribución y por razones presupuestales sugiere su implementar en dos fases.

Zea (2012), considera que el sistema de transferencia automática de electricidad entre la red principal y la red de emergencia debe ser adecuadamente dimensionada para que se pueda suministrar una energía de calidad a los usuarios, pero aun cuando un grupo electrógeno esté debidamente dimensionado e instalado, este produce armónicos que afectan a los componentes del sistema, equipos electrónicos o médicos. Con el objeto de mejorar la calidad de energía suministrada a la universidad UCAL de Lima, el autor propone una correcta selección del sistema de transferencia y la supresión de los armónicos mediante el uso de filtros. Para el caso de la UCAL, seleccionó un grupo electrógeno de 750 Kw con motor Diesel de 4 tiempos y un tablero con un sistema de transferencia automática de la marca americana Asco serie 4000 y realizó un análisis de los armónicos con un software de filtro activo Accusine antes y después de poner un filtro y según sus resultados seleccionó un filtro de 300 Amperios, lo que le permitió reducir de 17% a un 8% el TDD que es un parámetro exigido según la normatividad.

Rujel (2018), en un intento de automatizar el arranque de los grupos electrogenos y mantener la transferencia eléctrica, implementó un sistema basado en tecnología inalámbrica con un grupo electrógeno de baja potencia 5.96 kW y según sus resultados el tiempo promedio de encendido del grupo fue de 45 segundos después de enviar un código mediante un mensaje SMS. Para situaciones de emergencia en que se requiere una transferencia inmediata después del corte o fallo en la red principal esta tecnología no sería apropiada pues el tiempo de encendido es considerable, además no podría considerarse automático porque se requiere de la intervención humana para enviar un mensaje y está condicionado a que un operario esté disponible y dedique el tiempo a enviar dicho mensaje. Un sistema de transferencia automático debe realizarse sin la intervención humana y debe realizarse en el menor tiempo posible.

La investigación se fundamenta en los trabajos previos, así como en las teorías y principios de funcionamiento de los siguientes componentes eléctricos que forman parte de un sistema de transferencia automática de redes eléctricas:

Los interruptores termo-magnéticos interrumpen la corriente en un circuito eléctrico cuando se presenta una sobrecarga o un cortocircuito, su funcionamiento se basa en la dilatación de un metal por el calor y las fuerzas de atracción generadas por el campo magnético. Para esto combina el efecto eléctrico (dilatación del metal por el calor) y el magnético. Este principio es utilizado por los interruptores de transferencia automática, de modo que en el momento que la red principal falla, automáticamente este conmutador cambia a la red de emergencia y viceversa cuando la red principal se restablezca. Así mismo permiten mantener separadas ambas fuentes de energía (Enríquez, 2005). Para el caso de grandes potencias de interrupción, se tienen interruptores denominados contactores, las piezas de interrupción de los contactores permiten muchos millones de interrupciones. Entendiéndose por interrupción al proceso de conexión y desconexión (Senner, 1994, p. 98).

Los inversores de redes de transición abierta son dispositivos diseñados de manera específica para transferir dos tipos de fuentes de energía, la fuente principal y la fuente de emergencia (Figura 1.1). Desconecta la fuente instalada a la red antes de conectar a la fuente secundaria y provoca un lapso de interrupción de la alimentación de las cargas durante su transferencia. Este tipo de inversor de redes es más común y lo podemos usar en empresas, hoteles, fábricas pequeñas, edificios, centros comerciales y residencias, que puedan soportar interrupciones breves del servicio de energía durante cortos periodos de tiempo. Por otro lado, se tienen los inversores de redes de transición cerrada (Figura 1.2), que se suelen usar cuando existen condiciones que permitan la transferencia de cargas de forma bastante rápida con una interrupción cero de la alimentación. Para que esto suceda, tiene que tener las dos fuentes seguras en sincronización, y además la misma tensión y frecuencia. Inicialmente funciona el inversor de redes de transición abierta durante el fallido de la fuente, se conectará en paralelo los alimentadores durante un tiempo breve (depende de la norma de red local), luego cuando ambas fuentes estén habilitadas se desconecta la fuente desde la cual se transfiere la carga. Este tipo de transición cerrada evita los lapsos de interrupción total de las cargas al tener conmutadores rápidos. Por ello se suelen usar en requerimientos con requisitos de alimentación críticos, como centros de datos, grandes empresas y hospitales donde el sistema no tolera interrupciones de cargas. (Legrand, 2017, p. 8)

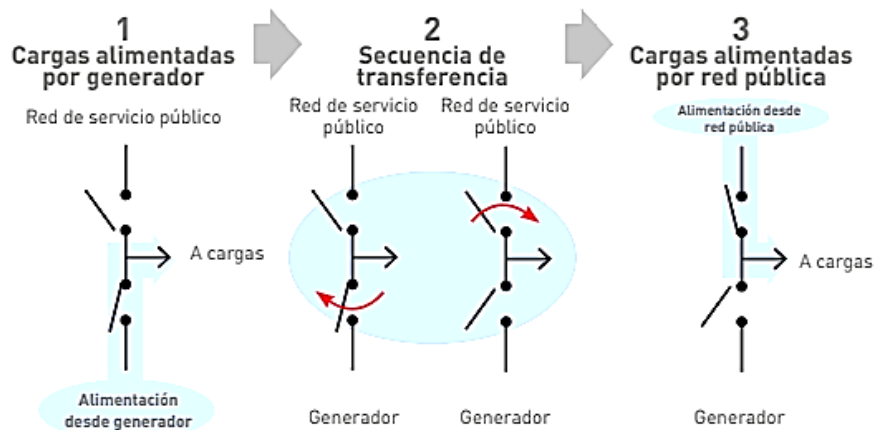


Figura 1.1 Mecanismo de transición abierta  
Fuente: Legrand

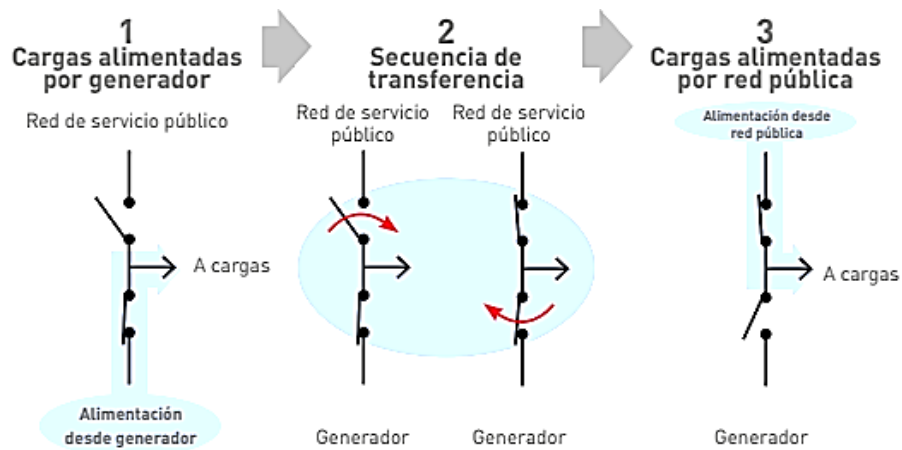


Figura 1.2 Mecanismo de transición cerrada  
Fuente: Legrand (2007).

Un sistema de transferencia automatizado consta de una serie de componentes que pueden ser ensamblados por el proyectista o ser adquiridos en modo compacto en un kit de automatismo denominado inversores de redes que son proporcionados por diferentes marcas, como el kit de legrand mostrado en la figura 1.3 el cual consta de dos interruptores. La lógica de funcionamiento de los inversores de redes automáticos mostrado en la figura 1.4 junto con un esquema de cableado esta basado en un algoritmo mostrado en la figura 1.5 el cual garantiza que solamente una línea puede estar conectada a las cargas y no las dos líneas al mismo tiempo.

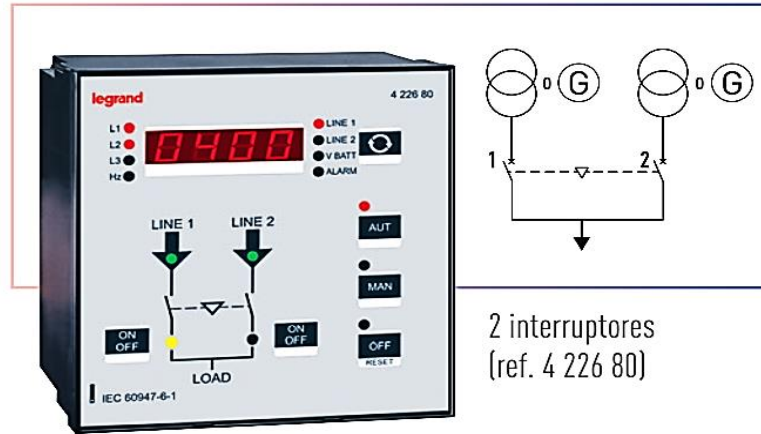


Figura 1.3 Kit para un sistema de transferencia automática

Fuente: Legrand (2017)

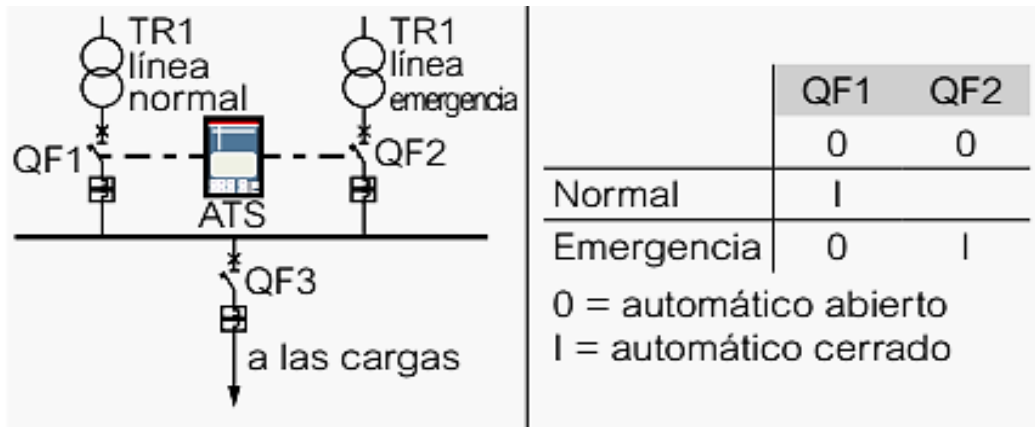


Figura 1.4 Esquema de cableado y lógica de conmutación para un sistema de transferencia automática de redes

Fuente: Legrand (2017)

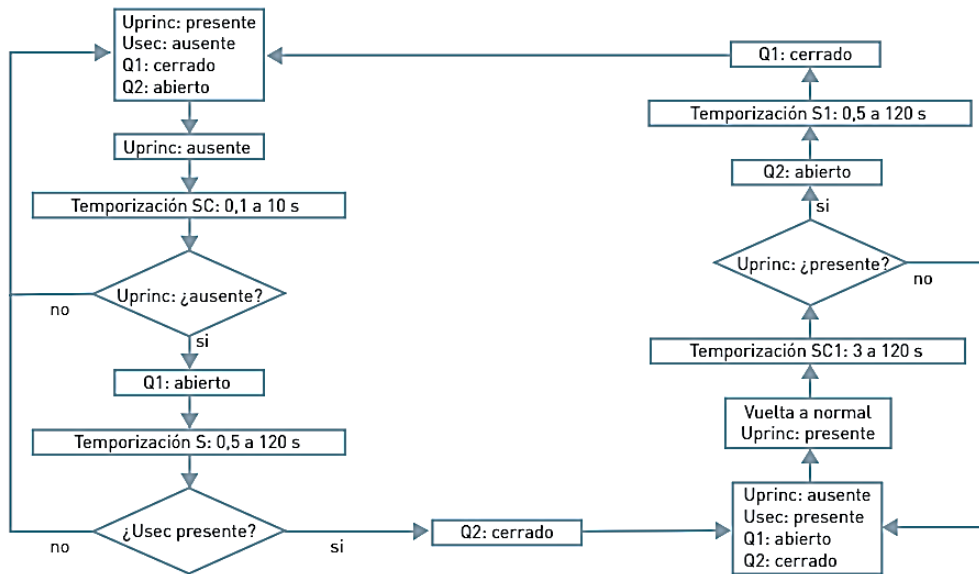


Figura 1.5 Algoritmo para el funcionamiento de un sistema de transferencia automática  
Fuente: Legrand (2017)

El esquema gráfico de una instalación eléctrica se representa mediante un diagrama unifilar, en el que el cableado del circuito eléctrico está representado por una sola línea, como el mostrado en la Figura 1.6, lo que permite simplificar su interpretación, pero debe indicar todos los elementos y componentes del sistema eléctrico que representa.

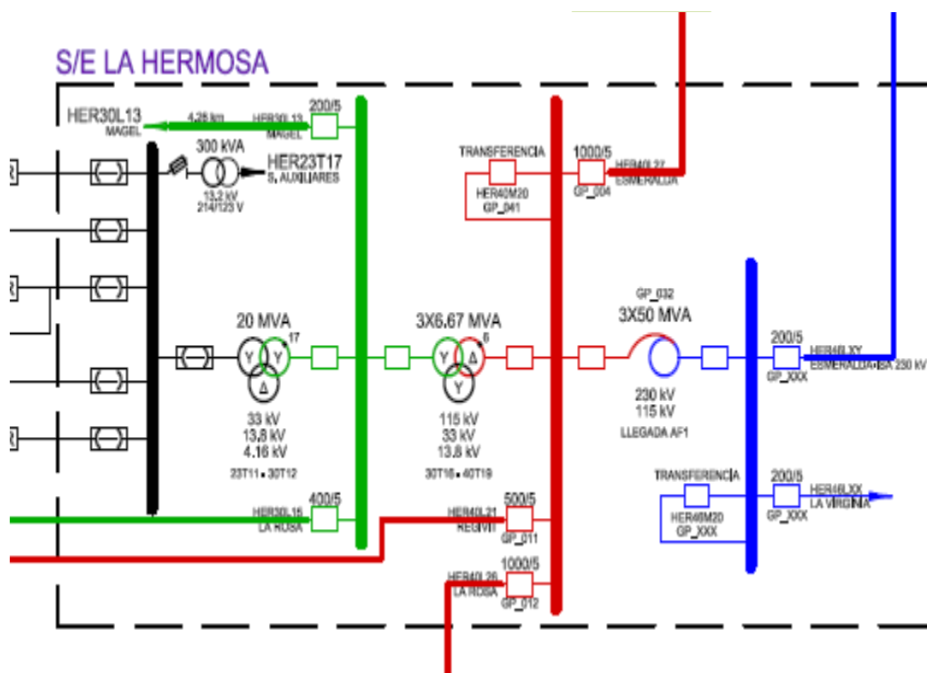


Fig. 1.6 Representación típica de un diagrama unifilar  
Fuente: Tomado de Manual técnico de simbología para diagramas unilares y planos Chec (2014)

Los grupos electrógenos son máquinas compuestas de un motor de combustión interna y un generador para generar energía eléctrica. De manera general su tipo de arranque suele ser manual y automático. Cuando el tipo de arranque automático está configurado de manera adecuada, apenas el sistema detecta una falla, este se enciende y empieza a generar corriente (Aguilera, 2010). Pueden ser de muy alta tensión (400KV y 220KV), alta tensión (132KV, 66KV y 45KV) y media tensión (20KV y 15KV) (Trashorras, 2015, pp. 47).

El dimensionamiento del sistema eléctrico y sus componentes están en función de la potencia instalada requerida por el establecimiento, dicha potencia que muchas veces es la suma de varios componentes principalmente correspondientes iluminación, calefacción, cargas de fuerzas y especiales. A la potencia instalada que es la suma de las potencias nominales de cada uno de los receptores, se la denomina potencia nominal instalada o proyectada y es el punto de partida para el dimensionamiento del sistema eléctrico requerido. Pero, a pesar de disponer de la potencia nominal instalada o proyectada, es muy frecuente sobredimensionar el sistema eléctrico y sus componentes como interruptores, cableado, transformadores etc y con ello el incremento en los costos de un sistema sub utilizado.

En este sentido se han propuesto varias metodologías para tener un mejor dimensionamiento del sistema, todos ellos basados en ajustar la potencia nominal a una demanda máxima requerida por el establecimiento. Así, Gonzales, Borges y Martínez (2007) hacen una revisión de los métodos para estimar la demanda máxima, las cuales se presentan en las ecuaciones del (1) al (8) con algunas modificaciones.

En la ecuación (1) la demanda máxima (DM) es igual a la potencia nominal instalada, como indican los autores es el método más fácil y sencillo, pero que generalmente y sobre todo en sistemas grandes resulta en un sobredimensionamiento y no resuelve el problema. Es en este sentido que los demás métodos, buscan reducir dicha demanda máxima y en función de ello hacer el dimensionamiento del sistema eléctrico (Gonzales, Borges y Martínez, 2007).

$$DM = P_n \quad (1)$$

En la ecuación (2) se hace una separación de las potencias para motores ( $P_m$ ) y las potencias para alumbrado ( $P_a$ ) en donde a cada componente se ha multiplicado por un factor al mayor de sus componentes.

$$DM = P_m + P_a \quad (2)$$

La ecuación (3) y (4) son las más utilizadas y consideran un factor de demanda ( $F_d$ ) y factor de simultaneidad ( $F_s$ ) o diversidad. La demanda máxima (DM) estimada en base a un factor de demanda, considera que no todas las cargas funcionan a su máxima potencia y el factor de simultaneidad considera que esto ocurre en muy pocas veces en forma simultánea. Si bien estos métodos de las ecuaciones (3 y 4) son los más utilizados, requieren el uso de dichos factores que en algunos casos están estipulados en la normatividad, pero en otros casos se requiere de la experiencia del proyectista y del conocimiento del proceso productivo (Gonzales, Borges y Martínez, 2007).

$$DM = F_d P_n \quad (3)$$

$$DM = F_d P_n F_s \quad (4)$$

De acuerdo con la resolución ministerial N° 083-2019-VIVIENDA, la demanda máxima puede estimarse con las cargas instaladas teniendo en cuenta los factores de demanda y simultaneidad obtenidos en el proceso, o con las cargas unitarias y los factores de demanda indicados por el código, pero el factor de simultaneidad en este caso es criterio del proyectista.

La ecuación (5) considera que la demanda máxima es la sumatoria de las potencias de viviendas ( $P_v$ ), servicios generales ( $P_g$ ) y locales ( $P_l$ ), es más utilizada para el caso de viviendas multifamiliares.

$$DM = P_v + P_g + P_l \quad (5)$$

Las ecuaciones (6 y 7) consideran al grupo de receptores o turno de trabajo más cargado ( $P_{mM}$ ), es un buen método, pero requiere del conocimiento del sistema productivo.



$$DM = F_{fa} P_{mM} \quad (6)$$

$$DM = P_{mM} \quad (7)$$

Finalmente se tiene la ecuación (8) que es principalmente un método estadístico muy preciso, pero de difícil aplicación porque requiere del conocimiento de parámetros como la media y la desviación estándar las cuales solo pueden obtenerse a partir de muestras.

$$DM = P_T \pm \beta \sigma_T \quad (8)$$

La demanda máxima (DM) interviene en otras fórmulas para el dimensionamiento de los componentes eléctricos como son:

Intensidad nominal de corriente ( $I_n$ ) medido en Amperios, que para el caso de un sistema trifásico se obtienen con la ecuación (9) y está en función de la demanda máxima (DM), tensión del sistema (V) y el factor de potencia ( $\cos \theta$ ).

$$I_n = \frac{DM}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta} \quad (9)$$

Para el dimensionamiento del cableado se debe considerar un factor de seguridad de 25%, obteniéndose así la intensidad de diseño ( $I_d$ ) según la ecuación (10).

$$I_d = I_n \times 1.25 \quad (10)$$

Para el cálculo de la sección del conductor en  $\text{mm}^2$ , se utiliza la expresión (11) en donde R es el coeficiente de resistividad del cobre equivalente a 0.0178 y L es la longitud del conductor.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I_d \cdot R \cdot L \cdot \cos \theta}{\Delta V} \quad (11)$$

Para medir los conductores eléctricos se usan categorías en calibres en relación al Sistema AWG o American Wire Gauge en inglés, Calibre de Alambre Estándar Americano, aunque lo típico es que se les conozca por su diámetro, en el sistema métrico decimal y se les categoriza en mm<sup>2</sup>. El AWG nos indica el grosor del conductor, así como resistencia y la capacidad de conducción de un cable eléctrico. Siendo de vital importancia para seleccionar el cable adecuado de acuerdo al tipo de instalación que se va a realizar. El número AWG es inversamente proporcional al calibre del cable (Minedu, 2008, p. 20). Los conductores se seleccionan a criterio de capacidad de conducción de corriente y máxima caída de voltaje permisible.

A continuación, se presentan las siguientes definiciones funcionales de los principales términos utilizados en un sistema de transferencia de redes eléctricas:

***Alimentación principal:*** Esta fuente permite alimentar permanentemente la instalación, usualmente proviene de la red pública. La potencia requerida define el uso entre alta o baja tensión.

***Alimentación secundaria:*** Sustituye la alimentación principal, y lo usamos: Cuando se interrumpe el suministro de energía para permitir su continuidad en hospitales, sistemas informáticos, procesos industriales, grandes superficies, industrias agroalimentarias, entre otros. Para ahorrar energía, mediante la sustitución total o parcial de la alimentación principal, haciendo uso de otro tipo de energía, por ejm: energías renovables.

***Alimentación de emergencia:*** En caso de una interferencia en la alimentación de energía, se debe proveer la energía necesaria de acuerdo a la energía principal, siendo esta muy importante para los casos de emergencia como incendio (alumbrados de desplazamientos, señalizaciones, alarmas, extracción de humo, entre otros). Esta alimentación protege las instalaciones y se caracteriza por su funcionamiento que puede ser automática o manual, y por ser autónoma.

***Alimentación auxiliar:*** Puede provenir de una fuente de alimentación diferente a la fuente principal, asimismo su tensión o tipo de corriente puede ser distinta, asimismo debe cumplir algunos requerimientos como su autonomía. Nos permite la puesta en

marcha de elementos auxiliares como: circuitos, aparatos de mando y señalización. (TRASHORRAS Jesús, 2013).

**Demanda de energía:** Esta dada por la carga máxima que se le suministra a un circuito eléctrico en un intervalo determinado de tiempo.

**Factor de demanda:** Relación entre la demanda máxima y la carga total conectada de un sistema eléctrico (Ramírez, 2004 p.21).

Se presentan las definiciones conceptuales básicas de los principales componentes eléctricos que forman parte del sistema de transferencia propuesto en el presente trabajo de investigación:

**Analizador de redes:** Es un instrumento que mide las características de transferencia y/o la impedancia de una red inicial mediante la respuesta a estímulos realizados en un campo frecuencia. Es decir, analiza las redes eléctricas en base a parámetros (Pallas, 2006, p. 278)

**Conductores eléctricos:** Es un material por el cual fluyen fácilmente los electrones, permitiendo su transporte de un lugar a otro. (Minedu, 2008, p, 19) Suele ser fabricado de cobre (por su nivel de conductividad) o aluminio, que presenta menor grado de conductividad, sin embargo, es más barato que el Cu. (Enríquez, 2005, p.156).

**Grupo electrógeno de emergencia automático;** Detectan la falla de tensión de la red a través de un circuito electrónico y lo pone en funcionamiento de manera automática, en un lapso de tiempo que podemos regular a voluntad. Cuando se restablece la tensión de la red, luego de unos segundos, intercambia la carga a la red y ordena parar el grupo electrógeno (Álvarez, 2014).

**Grupo electrógeno de emergencia de arranque manual;** Es aquel que suministra corriente eléctrica al fallo de la red de suministro energético. En este tipo de grupo electrógeno se necesita un operario quien de manera manual se encarga de arrancar y parar el grupo, así como del intercambio red-grupo o grupo-red, prestando mucha atención a la maniobra. Cuando se restablece la tensión de la red tiene que pararse el

grupo otra vez de forma manual y hacer el intercambio grupo-red evitando así acoplamientos entre el grupo y la red (Álvarez, 2014).

**Interruptores Termomagnéticos:** Son dispositivos que permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos por donde circula una corriente eléctrica (Fowler, 1994, p. 79).

***Interruptores de transferencia automática*** Estos dispositivos permiten el intercambio entre dos o más fuentes de alimentación en un sistema eléctrico, sin necesidad de un operario que realice la conmutación (MINEM, 2002).

**Inversor de redes:** Es un dispositivo que se encarga de invertir redes de energía eléctrica, de una red principal a una de emergencia, siempre y cuando haya un desperfecto (Guía técnica de inversores de Legrand, 2017).

**Transformadores:** Es una maquina electrostática que permite transformar la energía eléctrica en otra de diferentes características. Al ser estáticos los transformadores, no hay perdidas mecánicas, de este modo se alcanza hasta 98% de rendimiento. La tensión mínima que se pierde se produce en el hierro del núcleo magnético y en el cobre de los devanados (Álvarez, 2009, pp1-4).

**Tableros eléctricos de control:** Es uno de los elementos más importantes dentro de un sistema eléctrico y desempeñan algunas de estas funciones: medición control, maniobra y/o protección. Por esto están siempre presentes independientemente del nivel de tensión, tipo o tamaño. Las características principales que debe tener un tablero son: seguridad para quien lo manipula, la continuidad del servicio, la funcionalidad eléctrica, solidez estructural, y grado de protección (Sobrevila y Farina 2014, pp. 152).

***Tableros de Transferencia Automática:*** Este tablero está diseñado para que opere de manera continua, para alimentar la o las cargas que están conectadas a la unidad básica de transferencia, bien con la red pública o con la red auxiliar. El tablero lo conforma: Una unidad básica de transferencia, contactos auxiliares y enclavamiento mecánico.

El presente estudio se justifica por su contribución a la implementación del sistema continuo de abastecimiento de energía eléctrica ante un corte eléctrico y a la vez determinar un nuevo conocimiento el cual podrá ser aplicado por muchos profesionales, aplicar nuevos equipos, diseños, conocimientos que permiten encontrar técnicas de trabajo y mantenimiento en sistemas de transferencia automática de energía eléctrica, ayudara a la comunidad universitaria a que no tenga perdidas de prácticas cuando haya interrupciones eléctricas durante el uso de estos laboratorios, logrando que los estudiantes tengan una buena formación tanto teórica como práctica. Así mismo la continuidad de suministro eléctrico es de vital importancia, una falla del suministro provocaría pérdidas económicas, información, averías de equipos, perdida de hombre-hora. Por otro lado, en un centro de innovación y tecnología existe mucha información digital, que los estudiantes y docentes utilizan para el desarrollo de las sesiones de aprendizaje, que fallando el servicio eléctrico provocarían el mayor uso de papel ocasionando mayor cantidad de perdida de árboles reduciéndole los pulmones a nuestro ambiente. El grupo electrógeno funcionara el tiempo mínimo necesario.

En la presente investigación se tiene como objetivo general “Diseñar un sistema de transferencia automática del suministro eléctrico con inversor de redes en el centro de innovación tecnológica - Moche”. Para el logro de dicho objetivo se pretende lograr los siguientes objetivos específicos:

- Calcular la demanda máxima de energía en los laboratorios de moche - Trujillo
- Dimensionar el tablero de transferencia automática y componentes
- Elaborar un diagrama de funcionamiento
- Seleccionar los componentes eléctricos
- Determinar el costo de la implementación del diseño propuesto

Con bases a los estudios previos de los autores mencionados, así como las teorías que fundamentan los principios de funcionamiento de un sistema de transferencia automática de redes eléctricas se planteó la siguiente interrogante de investigación:

**¿Cómo el diseño de un sistema de transferencia automática con inversor de redes permitirá el suministro eléctrico continuo en el Centro de Innovación Tecnológica – Moche?**

Para responder a dicha interrogante de investigación, se planteó la siguiente hipótesis general:

**El diseño de un sistema de transferencia automático con inversor de redes, permite el suministro eléctrico continuo de energía eléctrica en el centro de innovación tecnológica - Moche.**

## II. METODO

### 2.1 Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

Es una investigación de tipo Cuantitativa, explicativa y correlacional; es explicativa porque propone establecer una solución factible de ser aplicada, para resolver un problema, en este caso el suministro continuo de corriente eléctrica. Y correlacional porque relaciona dos variables

#### 2.1.2 Diseño de la investigación

De campo, en el cual vamos a seleccionar y dimensionar el sistema de transferencia a utilizar.

### 2.2 Variables y Operacionalización

- Variable dependiente: Suministro eléctrico continuo
- Variable independiente: Sistema de transferencia automática

**Tabla 2.** Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIONES
<b>Independiente:</b> Sistema de transferencia automática con inversor de redes	Es un sistema que permite la transferencia automática de un suministro de carga entre dos fuentes.	Permite el intercambio de una fuente de energía a otra fuente alternativa por falla eléctrica.	Demanda máxima de energía	Nominal
<b>Dependiente:</b> Suministro continuo de energía.	Es el suministro de energía eléctrica sin interrupciones.	Mínimo tiempo de transferencia del suministro eléctrico.	Fallas en equipos.	Ordinal
			Tiempo de interrupción del servicio eléctrico	Nominal
			Tiempo de transferencia	Nominal
			Presencia de un operador	ordinal

Fuente: Elaboración propia 2019

### **2.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

La población está constituida por todos los grupos electrógenos de combustión interna de funcionamiento manual de la ciudad de Trujillo en el año 2019.

#### **Muestra:**

El grupo electrógeno de combustión interna de funcionamiento manual ubicado en Moche.

#### **Muestreo:**

Es un muestreo a juicio del investigador, no aleatorio y no probabilístico.

### **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

La principal técnica empleada en la recolección de datos es la observación directa, empleándose como instrumentos hojas de registros de datos y equipos digitales, para medir la funcionalidad de los componentes del sistema eléctrico de transferencia automática, como el grupo electrógeno, interruptores, tableros de distribución.

### **2.5 Procedimiento**

Con el objeto de diseñar un sistema automático de transferencia de energía eléctrica a la red del grupo electrógeno en el Centro de Innovación y Tecnología -Moche, ante un fallo en la red eléctrica principal, se realizó el siguiente procedimiento. Para tener acceso al sistema eléctrico y las instalaciones del CIT-Moche, se realizaron las coordinaciones con las autoridades correspondientes y se obtuvieron los respectivos permisos, con la consideración de mantener en reserva el nombre de la institución, a la que se denominara CIT-Moche, y con los permisos y autorizaciones correspondientes, se procedió a realizar un diagnóstico del sistema de transferencia actual y verificación del estado de cada uno de los componentes que forman parte del sistema de transferencia como tableros electrónicos y grupo electrógeno principalmente. Luego se procedió a determinar la carga máxima demandada por el CIT-Moche, mediante el registro de los equipos eléctricos en sus instalaciones, para



luego zonificar las áreas con requerimientos críticos y no críticos de energía con sus respectivas cargas. En base a estos requerimientos de demanda máxima según zonas críticas, se procedió a dimensionar la capacidad del grupo electrógeno para garantizar un sistema continuo de energía eléctrica ante cualquier fallo en la red pública. Para dichas capacidades se dimensionó también el tablero de transferencia automática y sus componentes con los cuales se diseñó un diagrama de funcionamiento y sus costos respectivos.

## **2.6 Método de análisis de datos**

En la presente tesis de investigación se hace uso del programa Excel y el editor gráfico Inkscape de código libre, que nos permite procesar los datos y obtener resultados gráficos que puedan ser analizados e interpretados.

## **2.7 Aspectos éticos**

Esta tesis es nueva en base a información recabada en campo, no es copia, respetando la propiedad intelectual, respeta al medio ambiente al aumentar la eficiencia del grupo electrógeno. Asimismo, el investigador respeta los datos suministrados por el personal encargado del área.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Cálculo de la demanda máxima de energía en los laboratorios del Centro de Innovación y Tecnología CIT

##### 3.1.1 Descripción y ubicación de Centro de Innovación y Tecnología –CIT de Moche.

El Centro de Innovación y Tecnología – CIT se encuentra ubicada en el fundo Los Tallos del Distrito de Moche del Departamento de La Libertad. Según el informe técnico de licenciamiento N° 031-2018-SUNEDU/DELIC-EV emitido por la SUNEDU, dicho centro tiene el código SL05 y corresponde a un local alquilado en el que se imparten servicios académicos y tiene un área total de 11 518 m<sup>2</sup>, cuyo aforo es de 423 y está conformado por 13 Laboratorios de enseñanza, 2 ambientes para docentes y un tópico. En la figura 3.1 se presenta el frontis de dicho local.



**Fig. 3.1** Mapa de ubicación del Centro de Innovación y Tecnología CIT – Moche

Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Trujillo>



**Fig. 3.2 Distribución de módulos, laboratorios y talleres del centro de innovación y tecnología CIT**

Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Trujillo>

Los laboratorios y talleres están organizados por módulos como se muestran en la figura 3.2. Los laboratorios, aulas y demás ambientes se describen a continuación:

**Módulo 1:** En este módulo se realizan actividades de enseñanza y está conformado por las aulas 100, 101 y 102. Tiene un área de 224 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 13576 W, de los cuales 4700 W corresponden a iluminación, 5360 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 3516 W las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminarias tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyectores y parlantes (Anexo 1).

**Módulo 2.** En este módulo se realizan actividades de enseñanza y está conformado por las aulas 103, 104 y 105. Tiene un área de 240 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 15716 W, de los cuales 4700 W corresponden a iluminación, 7500 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 3516 W las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminarias tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyectores y parlantes (Anexo 2).

**Módulo 3.** En este módulo se realizan actividades de enseñanza y está conformado por las aulas 106, 107 y 108. Tiene un área de 240 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de

15736 W, de los cuales 4720 W corresponden a iluminación, 7500 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 3516 W las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminarias tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyectores y parlantes (Anexo 3).

**Módulo 4.** En este módulo se realizan actividades de enseñanza y está conformado por las aulas 109, 110 y 111. Tiene un área de 110 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 15676 W, de los cuales 4660 W corresponden a iluminación, 7500 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 3516 W las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminarias tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyectores y parlantes (Anexo 4).

**Laboratorio Hidráulica (M-101):** En el laboratorio de Hidráulica (Fig. 3.3) se realizan actividades de enseñanza respecto a mecanismos de transmisión de fuerzas, tiene un área de 220 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 16860 W, de los cuales 3208 W corresponden a iluminación, 5000 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 8652 W, las cuales están conformadas por Pantallas con 4 fluorescentes c/u, Luminaria tipo necrótico, aire acondicionado grande, computadora, proyector, parlantes, armfield serie 039078-005 y armfield serie 399910/005 (Anexo 5).



Fig. 3.3 Laboratorio Hidráulica (M-101) del CIT

**Laboratorio de mecánica de suelos (M-102):** En este laboratorio (Fig. 3.4) se realizan actividades de enseñanza respecto a ensayos de sedimentación de partículas y composición del perfil suelo, tiene un área de 171 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 21736 W, de los cuales 3200 W corresponden a iluminación, 5000 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 13536 W conformadas por los equipos de Pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado grande, computadoras, proyector, parlantes, equipo de compresión FORNEY, mezcladora para concreto, balanzas electrónicas ohaus, cocina eléctrica práctica, estufa humbolt, calentador-secador, tamizador eléctrico ricelin, hornos eléctricos, hervidora, hornos eléctricos y hervidora (Anexo 6).



Fig. 3.4 Laboratorio de mecánica de suelos (M-102) del CIT

**Laboratorio Topografía (M-103):** En este laboratorio se realizan actividades de enseñanza respecto al uso de implementos para la medición de distancias y áreas extensas, tiene un área de 171 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 8840 W, de los cuales 2568 W corresponden a iluminación, 5100 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 1172 W las cuales están conformadas por equipos tales como, pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyector y parlantes (Anexo 7).

**Laboratorio de Estructuras (M-104):** En este laboratorio (Fig. 3.5) se realizan actividades de enseñanza respecto al diseño y pruebas de resistencia de materiales, tiene un área de 220 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 6672 W, de los cuales 4120 W corresponden a iluminación, 720 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 1832 W, las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyector y parlantes (Anexo 8).



Fig. 3.5 Laboratorio de Estructuras (M-104): del CIT

**Laboratorio microbiología (M-105):** En este laboratorio (Fig. 3.6), se realizan actividades de enseñanza respecto a la biología de organismos microscópicos, tiene un área de 100 m<sup>2</sup> y una potencia eléctrica instalada de 6979 W, de los cuales 2272 W corresponden a iluminación, 360 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 4347 W conformados por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyector, parlantes, horno, estufa, microscopios olimpus, centrifugas, lámpara digital, cabina de bioseguridad y refrigerador moiust care (Anexo 9).



Fig. 3.6 Laboratorio microbiología (M-105) del CIT

**Laboratorio Biotecnología (M-106)** En este laboratorio (Fig. 3.7), se realizan actividades de enseñanza respecto al manejo y tratamiento de células, tejidos, órganos u organismos vivos completos, tiene un área de 110 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 10645 W, de los cuales 2176 W corresponden a iluminación, 1760 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 6709 W, las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyector, parlantes, horno y motores para extractor (Anexo 10).



Fig. 3.7 Laboratorio Biotecnología (M-106) del CIT

**Laboratorio procesos industriales (M-107):** En este laboratorio (Fig. 3.8), se realizan actividades de enseñanza respecto a la elaboración de productos principalmente comestibles, tiene un área de 336 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 21585 W, de los cuales 1664 W corresponden a iluminación, 0 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 19921 W, las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado, refrigeradoras inresa, fermentadora, horno nova, licuadora oster, pulpeadora, secadora de aire caliente, batidora planetaria, amasadora, balanzas electrónicas, hervidora, congeladoras electrolux, horno microondas samsung, estufa, autoclave, equipo para proteínas kendall, centrifuga grande. centrifuga chica, viscosímetro rotacional digital, balanza de 500 gr, espectrofotómetro, computadoras, pantallas tipo led (Anexo 11).



Fig. 3.8 Laboratorio procesos industriales (M-107) del CIT

**Laboratorio de Ergonomía (M-108)** En este laboratorio (Fig. 3.9), se realizan actividades de enseñanza respecto al estudio de movimientos y métodos para la ejecución de tareas en el trabajo, tiene un área de 80 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 3120 W, de los cuales 1440 W corresponden a iluminación, 360 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 1320 W, las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, aire acondicionado y computadoras (Anexo 12).





Fig. 3.9 Laboratorio de Ergonomía (M-108) del CIT

**Laboratorios de Electrónica, Electricidad, Control y Manufactura (M:109-111):** Estos laboratorios se encuentran agrupados en un solo modulo y se realizan actividades de enseñanza respecto a circuitos eléctricos y automatización de procesos, tiene un área de  $260 \text{ m}^2$  y una potencia nominal instalada de  $24282 \text{ W}$ , de los cuales  $3744 \text{ W}$  corresponden a iluminación,  $7500 \text{ W}$  a calefacción y el resto de cargas ascienden a  $13080 \text{ W}$ , las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado grande, proyector, parlantes, computadora, osciloscopio, compresora, parlantes, módulo de análisis vibraciones y módulo de fatiga (Anexo 13).



Fig. 3.10 Laboratorios de Electrónica, Electricidad, Control y Manufactura (M:109-111): del CIT

**Laboratorio de Manufactura (M-112):** En este laboratorio se realizan actividades de enseñanza de diseño y transformación de materiales en productos nuevos e innovadores, tiene un área de 275 m<sup>2</sup>, es el laboratorio con la mayor potencia nominal instalada de 48566 W, de los cuales 688 W corresponden a iluminación, 0 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 47878 W, las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado grande, pantallas tipo led, computadora, proyector, parlantes, esmeril bosh, torno cnc 51-360, taladro de banco, compresoras, motor para balón de oxígeno para oxicorte, equipo hidráulico de tracción de 10 ton, horno para muestras, máquina de soldar, moladora grande, moladora chica, esmeril chico, motobomba y motosierra de banco (Anexo 14).

**Laboratorio de Física (M-113):** En este laboratorio se realizan actividades de enseñanza respecto a las leyes que gobiernan la naturaleza de los cuerpos, tiene un área de 80 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 3028 W, de los cuales 1856 W corresponden a iluminación, 0 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 1172 W, las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, proyector y parlantes (Anexo 15).

**Tópico y centro de información:** En este ambiente se realizan actividades de primeros auxilios, emergencias y biblioteca, tiene un área de 327 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 15208 W, de los cuales 4448 W corresponden a iluminación, 6400 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 4360 W, las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado, esterilizador, dispensador de agua y computadoras (Anexo 16).

**Sala de docentes:** Es un ambiente de descanso y asesoría, tiene un área de 45 m<sup>2</sup> y una potencia nominal instalada de 7636 W, de los cuales 1136 W corresponden a iluminación, 2500 W a calefacción y el resto de cargas ascienden a 4000 W, las cuales están conformadas por pantallas con 4 fluorescentes c/u, luminaria tipo necrótico, aire acondicionado, computadoras, horno microondas Samsung y dispensador de agua (Anexo 17).

### 3.1.2 Potencia instalada y demanda máxima energética del centro de innovación y tecnología

La potencia nominal instalada en cada uno de los ambientes o laboratorios mencionados en el acápite anterior se resume en la Tabla 3.1 y corresponden a la potencia nominal instalada para alumbrado, calefacción y otras cargas correspondientes al equipamiento específico de cada ambiente.

**Tabla 3.1 Distribución de la Potencia nominal instalada en el Centro de Innovación y Tecnología - Moche**

Ambiente	Área	POTENCIA INSTALADA (W)				
		Alumb.	Calefac.	Otras cargas	Total	Total sin Calefac.
Baños-A	115	1 152	0	0	1 152	1 152
Baños-B	150	1 008	0	0	1 008	1 008
Modulo - 1	224	4 700	5 360	3 516	13 576	8 216
Modulo - 2	240	4 700	7 500	3 516	15 716	8 216
Modulo - 3	240	4 720	7 500	3 516	15 736	8 236
Modulo - 4	110	4 660	7 500	3 516	15 676	8 176
Tópico y centro de información	327	4 448	6 400	4 360	15 208	8 808
Sala de docentes	45	1 136	2 500	4 000	7 636	5 136
Lab. de Física (M-113)	80	1 856	0	1 172	3 028	3 028
Lab. de Manufactura (M-112)	275	688	0	47 878	48 566	48 566
Lab. Electrónica y automat. (109-111)	260	3 744	7 500	13 038	24 282	16 782
Lab. de Ergonomía (M-108)	80	1 440	360	1 320	3 120	2 760
Lab. procesos industriales - M-107	336	1 664	0	19 921	21 585	21 585
Lab. Biotecnología (M-106)	100	2 176	1 760	6 709	10 645	8 885
Lab. de microbiología (M-105)	100	2 272	360	4 347	6 979	6 619
Lab. de Estructuras (M-104)	220	4 120	720	1 832	6 672	5 952
Lab. Topografía (M-103)	171	2 568	5 100	1 172	8 840	3 740
Lab. de mecánica de suelos M-102	171	3 200	5 000	13 536	21 736	16 736
Laboratorio Hidráulica (M-101)	220	3 208	5 000	8 652	16 860	11 860
<b>TOTAL</b>	<b>3 464</b>	<b>53 460</b>	<b>62 560</b>	<b>142 001</b>	<b>258 021</b>	<b>195 461</b>

*Fuente: Elaboración propia*

La potencia total instalada asciende a 258 021 kW de las cuales 53.46 kW y 62.56 kW corresponden al alumbrado y calefacción y representan el 21% y 24% respectivamente, mientras que 142 kW corresponde a otras cargas que representa el 55%, como se muestran en la Figura 3.11.

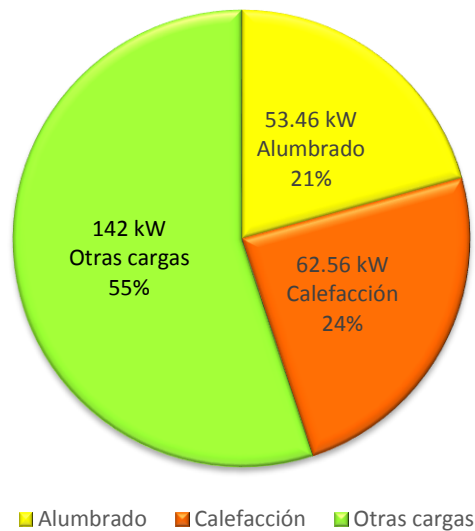


Figura 3.11 Distribución porcentual de la potencia nominal instalada en el CIT- de Moche.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.12 podemos ver que los ambientes con mayor potencia instalada son los laboratorios de Manufactura (M-112) con 48.56 kW, laboratorio de electrónica y automatización (M-109-111) con 24.28 kW, laboratorio de mecánica de suelos (M-102) con 21.73 kW y laboratorio de procesos industriales (M-107) con 21.58 kW. La mayor parte de la carga de estos ambientes corresponden al equipamiento, a diferencia de los módulos en las que se ubican las aulas, en donde la mayor parte de la potencia instalada corresponde a iluminación y calefacción.

Los módulos 1 al 4, así como el tópico y centro de información presentan cargas de calefacción significativas respecto a las cargas de iluminación y otras cargas, esto se debe a que son ambientes dedicados a aulas de enseñanza teóricas. En cambio, los laboratorios presentan mayores cargas de equipos, como el caso del laboratorio de

manufactura en que casi la totalidad de las cargas corresponden a equipamientos y no presenta calefacción, así como el laboratorio de procesos industriales y física.

Los ambientes con menores cargas están dados por el laboratorio de física, ergonomía y los baños.

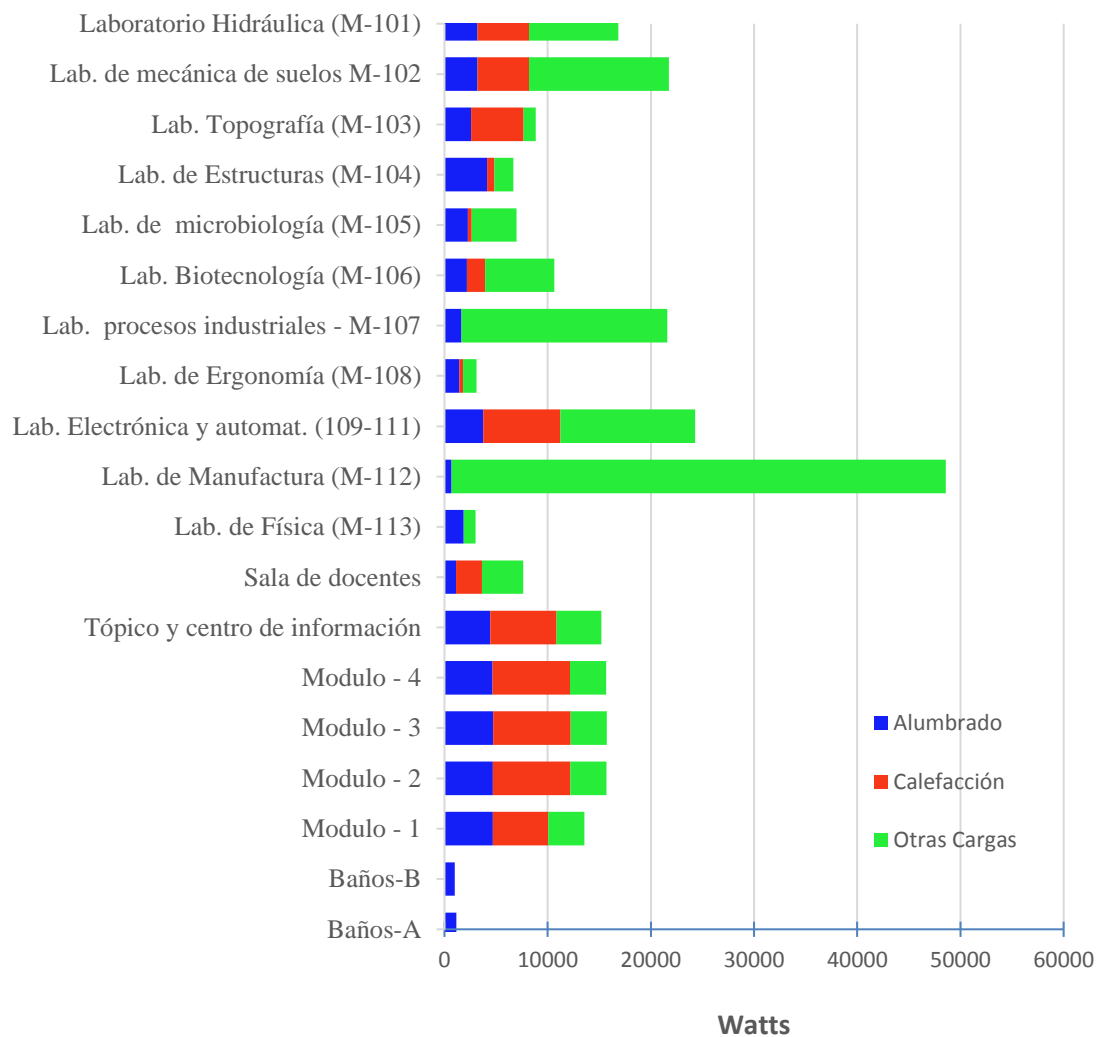


Figura 3.12 Distribución de las cargas de alumbrado, calefacción y otras cargas según tipo de laboratorio en el CIT- Moche.

Fuente: *Elaboración propia*

Para el cálculo de la demanda máxima de potencia eléctrica requerida por el centro se ha tenido en cuenta lo especificado en El Código Nacional de Electricidad 2006, del MINEM. El mencionado código, establece el requerimiento mínimo energético a tenerse en cuenta según tipo de instalación, y que para el caso de instituciones educativas se debe considerar  $50 \text{ W/m}^2$  de área techada y que corresponden a aulas, pero las áreas como sala de docentes, auditorios que no requieren de buena iluminación se consideran áreas restantes a las que les considera solamente  $10 \text{ W/m}^2$ .

Como se muestra en la Tabla 3.1 el Centro de Innovación y Tecnología – Moche, tiene un área techada de  $3\,464 \text{ m}^2$ , exceptuando los baños y la sala de docentes se tienen  $3\,154 \text{ m}^2$  correspondientes a áreas de enseñanza y  $310 \text{ m}^2$  como área restante. Estas áreas, según la norma, determinan la carga básica correspondiente a iluminación que asciende a  $157\,700 \text{ W}$  para aulas y  $3100 \text{ W}$  para el área restante, haciendo un total de  $160\,800 \text{ W}$  para iluminación (Tabla 3.2), esta carga sobrepasa la potencia instalada en iluminación que asciende a  $53\,460 \text{ W}$  (Tabla 3.1), esto es debido a que solo se está considerando las luminarias instaladas, pero no se ha considerado los tomacorrientes que la norma prevé.

Según el Código Nacional de Electricidad, para la determinación de la demanda máxima en instituciones educativas además del área, se debe considerar un factor de demanda para las cargas de calefacción y otras cargas. En instituciones con áreas mayores a  $900 \text{ m}^2$  se debe considerar un factor de demanda del 75% para las cargas de calefacción y las demás cargas hasta un máximo de  $900 \text{ m}^2$ . Para el área restante se considera un factor de demanda del 50%. Bajo estas consideraciones, se tiene una demanda máxima de  $217\,981.37 \text{ W}$  requerida por el Centro de Innovación y tecnología – Moche (Tabla 3.2). Pero la norma también considera la aplicación de un factor de simultaneidad a criterio del proyectista, quien debe conocer muy a fondo los procesos productivos del establecimiento, que le permita inferir la capacidad de funcionamiento y utilización de los equipos y pueda asumir un factor de simultaneidad, es decir la cantidad de equipos que pueden funcionar en forma simultánea. Este factor es 0, si ningún equipo funciona en forma simultánea con otro equipo, y 1 cuando todos los equipos funcionen en forma simultánea, como estos dos extremos no pueden darse en el caso de una instalación compleja y más aún en un centro de investigación, por lo que se ha asumido un factor de 0.70 con el que se tiene una demanda máxima efectiva de  $152\,586.95 \text{ W}$ .

**Tabla 3.2 Demanda máxima energética del Centro de innovación y Tecnología –  
Moche según el Código Nacional de Electricidad**

<b>Regla</b>	<b>Descripción</b>	<b>P. I. (W)</b>	<b>F. D.</b>	<b>D. M. (W)</b>
050-204(1)	Área total del CIT <b>3464 m2</b>			
050-204(1)	Área total de aulas 3154 m2			
050-204(1)(a)	Carga Básica Aulas 3154 m2 x 50 W/m2	<b>157700</b>		
050-204(1)(b)	Carga del área restante 310 m2 x 10 W/m2	<b>3100</b>		
050- 204(1)(c)	<b>CARGAS</b>			
	<b>Calefacción</b>	<b>62560</b>		
	Modulo - 1	5360		
	Modulo - 2	7500		
	Modulo - 3	7500		
	Modulo - 4	7500		
	Tópico y centro de información	6400		
	Sala de docentes	2500		
	Lab. de Física (M-113)	0		
	Lab. de Manufactura (M-112)	0		
	Lab. de Electrónica y automat. (109-111)	7500		
	Lab. de Ergonomía (M-108)	360		
	Lab. de procesos industriales - M-107	0		
	Lab. de Biotecnología (M-106)	1760		
	Lab. de Microbiología (M-105)	360		
	Lab. de Estructuras (M-104)	720		
	Lab. de Topografía (M-103)	5100		
	Lab. de Mecánica de suelos M-102	5000		
	Lab. de Hidráulica (M-101)	5000		
	<b>Otras cargas</b>	<b>142001</b>		
	Modulo - 1	3516		
	Modulo - 2	3516		
	Modulo - 3	3516		
	Modulo - 4	3516		
	Tópico y centro de información	4360		
	Sala de docentes	4000		
	Lab. de Física (M-113)	1172		
	Lab. de Manufactura (M-112)	47878		
	Lab. de Electrónica y automat.(109-111)	13038		
	Lab. de Ergonomía (M-108)	1320		
	Lab. de procesos industriales - M-107	19921		
	Lab. de Biotecnología (M-106)	6709		
	Lab. de microbiología (M-105)	4347		
	Lab. de Estructuras (M-104)	1832		
	Lab. de Topografía (M-103)	1172		
	Lab. de Mecánica de suelos M-102	13536		
	Lab. de Hidráulica (M-101)	8652		
050- 204(1)(c)	<b>Carga total del CIT</b>	<b>365361</b>		
	<b>Carga total menos calefacción</b>	<b>302801</b>		
	<b>Aplicación de factores</b>			
	Carga de calefacción	<b>62560</b>	0.75	<b>46920.00</b>
	<b>Carga del edificio, sin calefacción</b>			
050-204(2)(b)	Local con áreas > de 900 m2			
	Potencia (W)	302801		
	Área ( m2)	3464		
	Carga por m2	87.41		
050-204(2) (b)(ii) A	Carga por los primeros 900 m2 x 87.41 W/m2	78669	0.75	<b>59001.75</b>
050-204(2) (b)(ii) B	Carga para área restante 2564 m2 x 87.41 W/m2	224119	0.50	<b>112059.62</b>
	Suma resultante	<b>365361</b>		<b>217981.37</b>

**Fuente: Elaboración propia**

### **3.2 Dimensionamiento del Tablero de Transferencia Automática (TTA) y componentes**

El tablero de transferencia automática es el componente eléctrico por el cual fluye la energía eléctrica desde la fuente hacia los módulos o laboratorios. Para que el sistema de automatización funcione se requieren de componentes externos e internos del tablero de transferencia automática (TTA), entre los componentes externos se considera al transformador para el caso de un suministro desde la red pública y al grupo electrógeno para el caso de un suministro de emergencia. Respecto a los componentes internos se describen en el apartado 3.4 correspondiente al objetivo 4.

#### **3.2.1 Transformador**

El CIT dispone de un transformador de tipo sumergido en aceite, modelo TTCP del año 2017 con una potencia de 320 KVA y un peso total de 1600 kg. El Transformador se encuentra operativo y en buenas condiciones.



**Fig. 3.13 Transformador del CIT**



### 3.2.2 Grupo electrógeno

Para casos de emergencia ante un corte en el suministro eléctrico, el CIT dispone de un grupo electrógeno, cuyas características y especificaciones técnicas se muestran en la placa mostrada en la Figura 3.14. Como se puede apreciar en dicha placa, es un grupo electrógeno nuevo de fabricación 2017 marca VOLVO PENTA, con una potencia de 118 kW.

POWERED BY		VOLVO PENTA		GRUPO ELECTROGENO	
N° SERIE	X18701A	AÑO DE FABRICACIÓN	2017		
MODELO	VP - 120 I	L.P.	T33MV67040		
POTENCIA	CONTINUA <input type="checkbox"/> 106 KW 133 KVA	201 A	CONEXIÓN	Δ Δ <input type="checkbox"/>	
	STAND-BY <input checked="" type="checkbox"/> 118 KW 147 KVA	224 A		Y <input checked="" type="checkbox"/>	
				YY <input type="checkbox"/>	
380 V	COS Ø 0.8	RPM 1800	GRADO DE PROTECCIÓN DEL ALTERNADOR	IP 23	
60 Hz	FASES 3	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (75%) 22.7l/hr	EFICIENCIA DE G.E.	13.1	kwh/gal
			EFICIENCIA DE ALT.	91.7%	
MARCA DE MOTOR	VOLVO PENTA	MARCA DE ALTERNADOR	STAMFORD		
MODELO DE MOTOR	TDA532GE	MODELO DE ALTERNADOR	UC.1274 E1		
SERIE DE MOTOR	5311726849				

Fig. 3.14 Placa del Grupo Electrónico del CIT



Fig. 3.15 Grupo Electrónico del CIT – Moche

El dimensionamiento del TTA y sus componentes depende de la demanda máxima del CIT que asciende a 217.98 kW y considerando un factor de simultaneidad del 70% se requiere un transformador o grupo electrógeno con capacidad de 152.59 kW para garantizar un suministro de energía al centro en su totalidad. Sin embargo, a pesar de disponer de un transformador con capacidad suficiente para abastecer la demanda máxima del CIT, el grupo electrógeno es un componente limitante que solo permite abastecer un máximo de 100.3 kW trabajando a un 85% de su capacidad.

### **3.2.3 Priorización de áreas críticas**

Para automatizar el proceso de transferencia eléctrica de la red pública al del grupo electrógeno y de esta manera garantizar un suministro continuo de energía para no paralizar labores, procesos y apagado de los equipos en los laboratorios, se requiere que el grupo electrógeno tenga la capacidad de abastecer la demanda máxima del CIT, o la misma capacidad de potencia proporcionada por el transformador conectado a la red pública. Sin embargo, como se describió en el apartado 3.2.2 el grupo electrógeno que dispone el CIT tiene una capacidad máxima de 118 kW, con lo que con dicho grupo no se puede garantizar una automatización completa del CIT, en este sentido, se hace una priorización de los módulos o laboratorios a automatizar. Considerando que el grupo funcione a un 85% de su capacidad, se podría garantizar una demanda de 100.3 kW.

Los criterios para priorizar las áreas a automatizar para que no experimenten cortes o alteraciones en el suministro energético durante el proceso de transferencia de red se ha considerado la presencia de equipos sensibles que requieren un flujo continuo de energía, la falta de energía por un mínimo periodo de tiempo puede echar a perder material biológico o procesos costosos de recuperar de inmediato. Mientras que las áreas que aun con equipamiento eléctrico pero que no es imprescindible para la continuidad de las actividades de enseñanza no son priorizadas.

Una de las áreas priorizadas corresponde al laboratorio de Procesos Industriales que tiene una potencia instalada sin calefacción de 21 585 W, por estar implementado con equipos que procesan y conservan insumos y productos biológicos. Otra de las áreas

priorizadas es el laboratorio de Electrónica y Automatización con una potencia instalada sin calefacción de 16782 W y trabajan fundamentalmente con energía eléctrica. Igualmente se ha priorizado el laboratorio de Manufactura M-112, por su alta implementación en un gran número de equipos especializados y la alta carga sin calefacción que demanda de 48566 W, los laboratorios de Biotecnología y Microbiología que trabajan con seres vivos o partes de ellos y cuentan con equipamiento especializados que procesan y conservan material biológico demandando una potencia instalada sin calefacción de 8885 W y 6619 W respectivamente. Finalmente se han priorizado los laboratorios de Hidráulica, Mecánica de suelos, Tópico y Centro de información.

Entre los ocho ambientes priorizados hacen una potencia instalada sin calefacción de 139 841 W y considerando la calefacción alcanzan una potencia instalada máxima de 165 861 W. En la Tabla 3.3 se resume la potencia instalada de los ocho ambientes priorizados, tanto para alumbrado, calefacción y cargas especiales.

**Tabla 3.3 Laboratorios priorizados para la automatización en la transferencia de red**

Ambiente	Área	POTENCIA INSTALADA (W)				
		Alumbrado	Calefacción	Otras cargas	Total	Total sin Calefacción
Lab. de Manufactura (M-112)	275	688	0	47 878	<b>48 566</b>	<b>48 566</b>
Lab. Electrónica y automat. (109-111)	260	3 744	7 500	13 038	<b>24 282</b>	<b>16 782</b>
Lab. procesos industriales (M-107)	336	1 664	0	19 921	<b>21 585</b>	<b>21 585</b>
Lab. Biotecnología (M-106)	100	2 176	1 760	6 709	<b>10 645</b>	<b>8 885</b>
Lab. de microbiología (M-105)	100	2 272	360	4 347	<b>6 979</b>	<b>6 619</b>
Lab. de mecánica de suelos M-102	171	3 200	5 000	13 536	<b>21 736</b>	<b>16 736</b>
Laboratorio Hidráulica (M-101)	220	3 208	5 000	8 652	<b>16 860</b>	<b>11 860</b>
Tópico y centro de información	327	4 448	6 400	4 360	<b>15 208</b>	<b>8 808</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1 789</b>	<b>21 400</b>	<b>26 020</b>	<b>118 441</b>	<b>165 861</b>	<b>139 841</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.4 Dimensionamiento del Tablero de Transferencia Automática (TTA) y sus componentes

El dimensionamiento del TTA y sus componentes se refiere más que todo a la capacidad de corriente eléctrica que debe soportar junto con sus componentes. En este sentido, es necesario calcular la intensidad de corriente eléctrica que es requerida por los laboratorios que han sido priorizados para su automatización.

Como se muestra en la tabla 3.3, la potencia total instalada para los ocho laboratorios asciende a 165 861 W, y considerando un factor de demanda de 0.85 y un factor de simultaneidad de 0.70, según la ecuación (4) se tiene una demanda máxima efectiva de 98 687.29 W.

$$DM = 165\ 861 \times 0.85 \times 0.70 = 98\ 687.29\ W$$

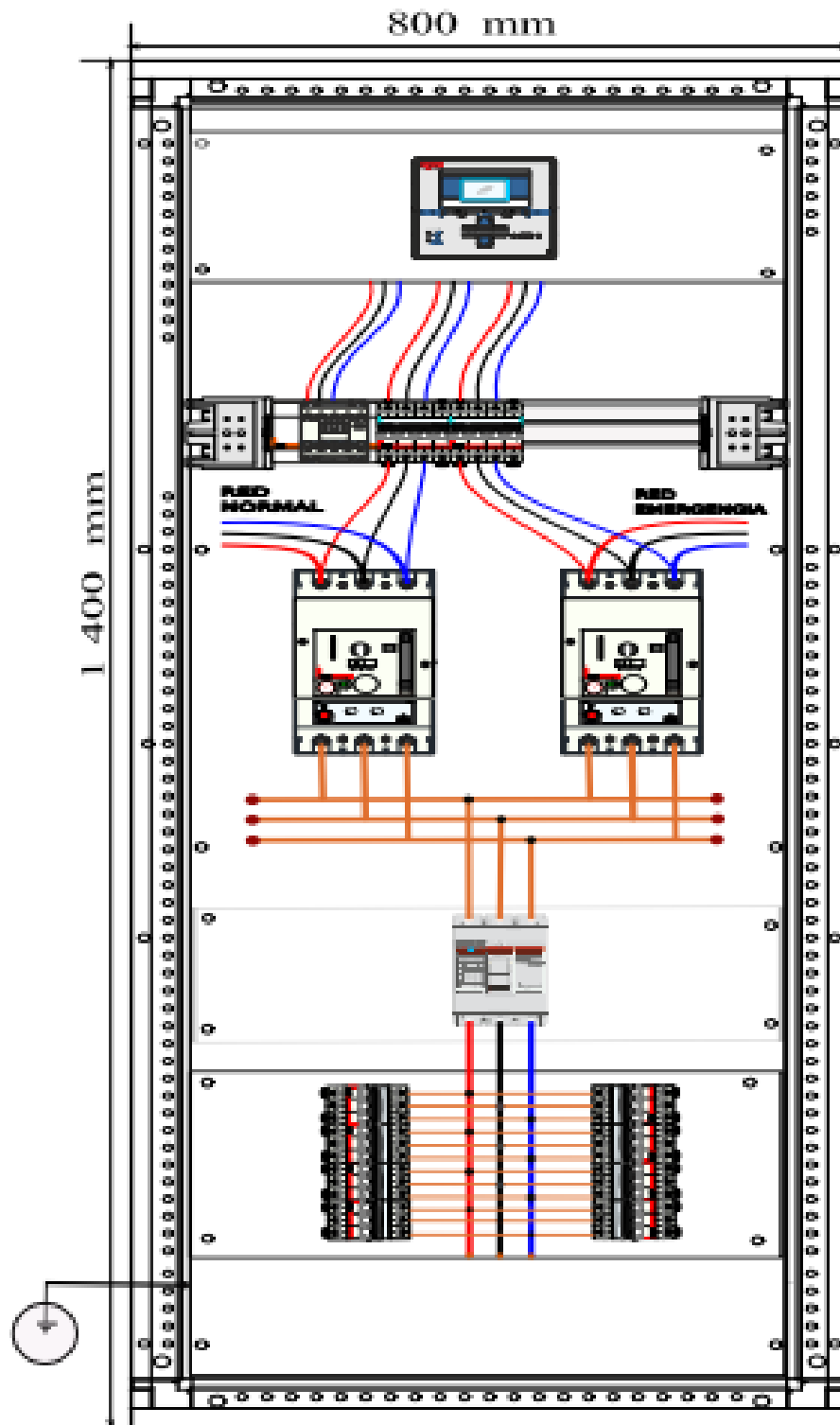
La intensidad de corriente según la ecuación (9) es de 187.65 A.

$$I_n = \frac{DM}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\theta} = \frac{98\ 687.29}{1.73 \times 380 \times 0.8} = 187.65\ A$$

Para el dimensionamiento se considera la intensidad de diseño, que es la intensidad nominal más un 25% es decir 234.56 Amperios que redondeamos a 250 Amperios. La sección del conductor obtenida según la ecuación (11) es de 6.48 mm<sup>2</sup>.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I_d \cdot R \cdot L \cdot \cos\theta}{\Delta V} = \frac{1.73 \times 250 \times 0.0178 \times 10 \times 0.8}{0.025 \times 380} = \frac{61.59}{9.5} = 6.48\ mm^2$$

Por lo tanto, se dimensiona un TTA para una capacidad de 250 A, es decir los interruptores y los conductores deben estar dimensionados para 250 A, por otro lado, debido a la cantidad de componentes que albergará dicho tablero sus dimensiones a considerar son de 1.4 m x 0.8m x 0.4 m como se muestra en la Figura 3.16.



**Figura 3.16** Tablero de transferencia automática y sus componentes

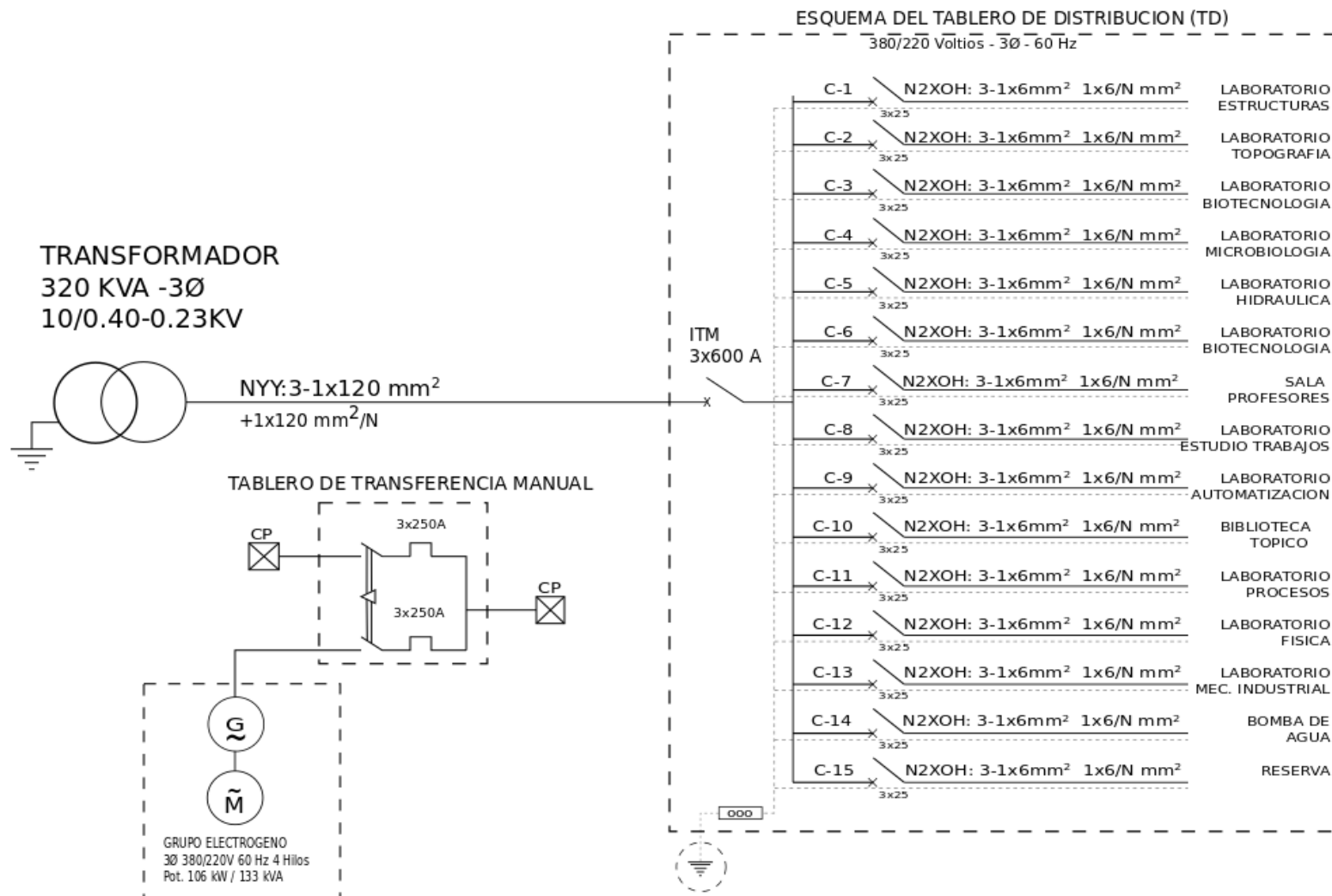
**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3 Elaboración de un diagrama de funcionamiento del sistema de transferencia automática con inversor de redes**

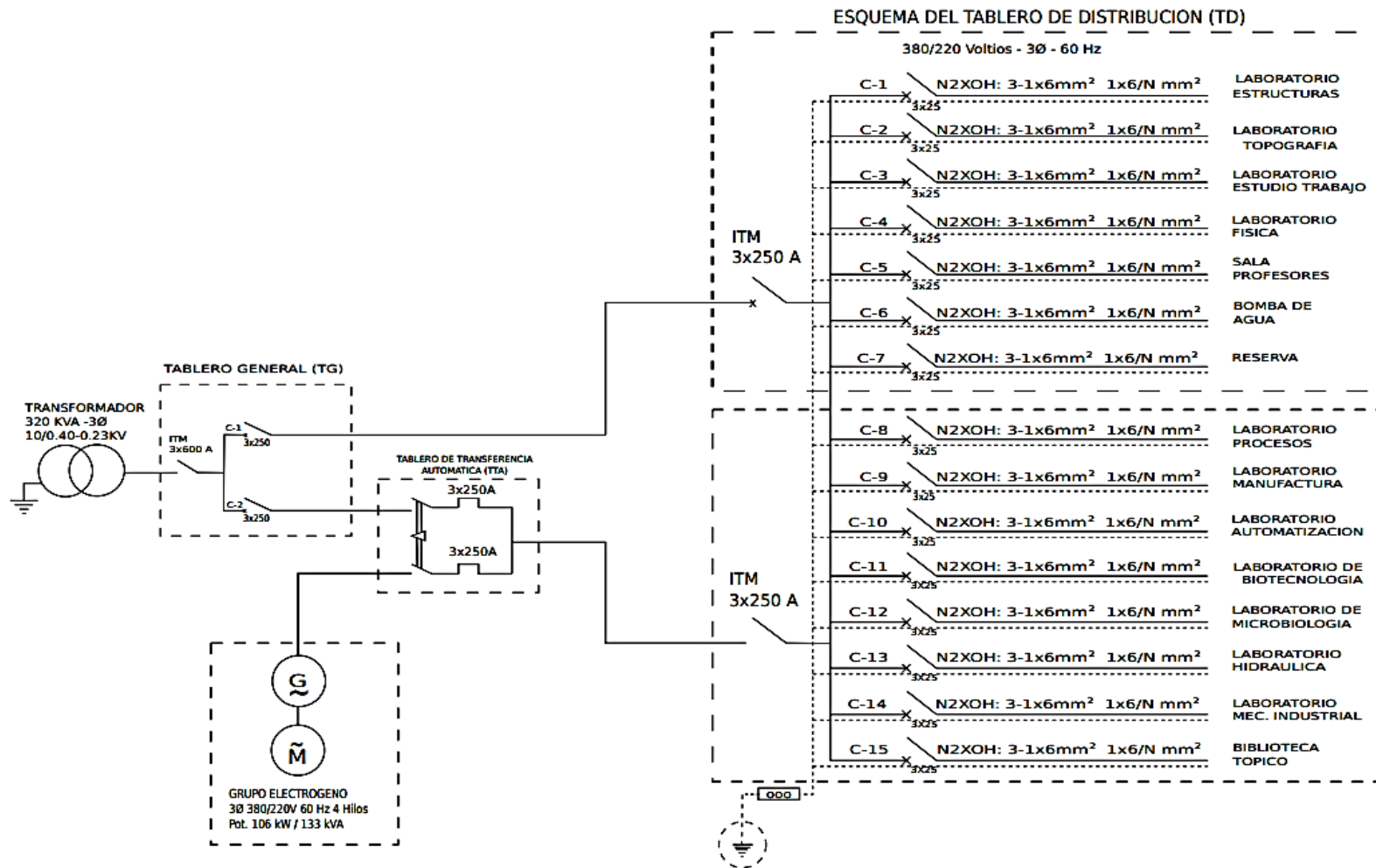
Para la elaboración del diagrama de funcionamiento del sistema de transferencia se ha realizado un diagnóstico del sistema eléctrico instalado el cual se resume en la Figura 3.17, en donde podemos ver que el sistema eléctrico actual no está automatizado y el sistema de transferencia es realizado en forma manual y no está definida en forma explícita las áreas a ser cubiertas por el grupo en caso de un fallo en la red pública. Así mismo se puede observar que el tablero de distribución está diseñado para 15 ambientes incluido el de reserva con capacidad de 600 A.

Considerando la automatización de las ocho áreas mostradas en la Tabla 3.3, se presenta un diagrama de funcionamiento del sistema de automatización mostrado en la Figura 3.18, en el que se muestra un tablero de transferencia automática que recibe energía eléctrica ya sea de un tablero general o del grupo electrógeno para abastecer a ocho ambientes priorizados. El resto de ambientes solamente son alimentados por el tablero general cuya energía proviene de la red pública.

El sistema de transferencia consta de un diagrama eléctrico mostrado en la Figura 3.19 cuyo circuito de control se presenta en la Figura 3.20.



**Figura 3.17 Esquema del sistema eléctrico actual del CIT Moche**  
Fuente: Elaboración propia



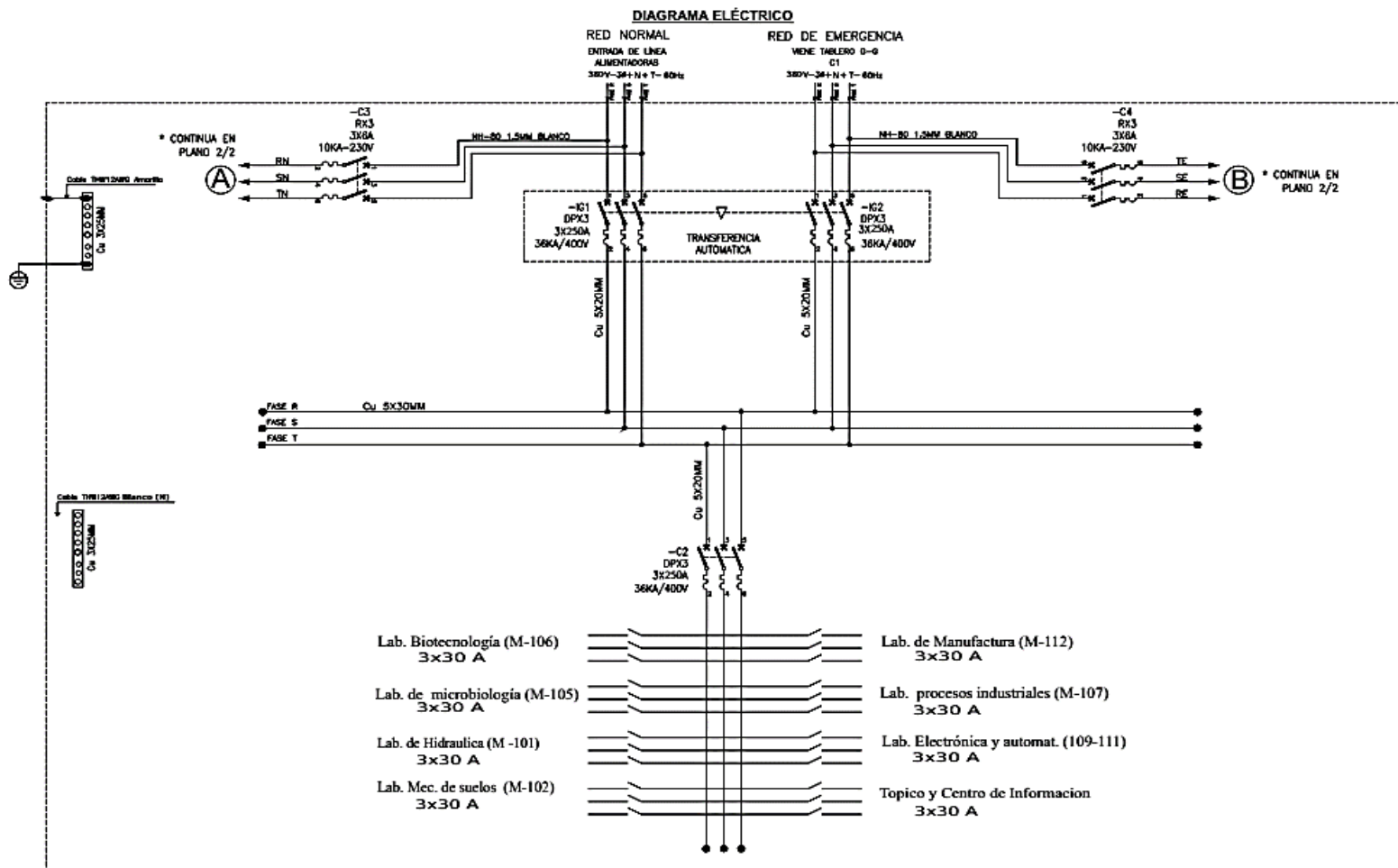
**Figura 3.18 Esquema del sistema propuesto para el CIT Moche**  
Fuente: Elaboración propia



En el esquema del diagrama eléctrico del sistema de transferencia mostrado en la figura 3.19, tenemos las entradas de redes de energía como alimentadores. Una de la red normal que es de la compañía eléctrica y la red de emergencia que viene del generador eléctrico. Estas redes son conectadas a los interruptores de fuerza de 250 A de 36 KA. Regulables igualmente se conectan las líneas que vienen del inversor de redes que son (A) y (B) del circuito de control, estas líneas pasan por un interruptor termomagnético de 3x6 A de 10 KA/380 Volt. (R, N, SN TN) del lado (A) y un interruptor termomagnético de 3x6 A de 10 KA / 380 Volts (RE, SE, TE) del lado (B) estos interruptores térmicos funcionan como un sistema de protección para el inversor de redes.

A la salida de los interruptores de fuerza con conectadas a unas platinas de cobre de (5 y 30 mm) donde conmuta y soporta la carga de la red normal hacia la carga o de la red de emergencia hacia la carga, pero nunca las dos redes de alimentación juntas a la vez hacia la carga.

A continuación, tenemos la conexión del interruptor termomagnético de 250 A, este interruptor está como general, de las cargas de los laboratorios. Este interruptor está conectado a la entrada con platinas de cobre para la mejor precisión y ajuste de las conexiones y a la salida de este interruptor de fuerza también está conectada con un kit de platinas de cobre para su distribución de sus ocho circuitos eléctricos trifásicos generales de cada laboratorio. Estos laboratorios fueron elegidos por sus equipos frágiles y su carga de los laboratorios de mucha importancia. Todo este diagrama eléctrico es llamado diagrama de fuerza.



**Figura 3.19** Esquema del diagrama eléctrico del sistema de automatización propuesto para el CIT Moche  
**Fuente:** Elaboración propia

En el esquema del circuito de control del sistema de transferencia mostrado en la figura 3.20, Tenemos el inversor de redes con las borneras de contactos donde se conectan las líneas o cables para sus funciones. Teniendo los bornes en numeración 1, 2, 3, y 4 ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  y N) donde se conectan las líneas que vienen de la Red Normal (A) donde se comporta como un analizador de redes y da resultados de voltaje, frecuencia, secuencia de fase de igual con las numeraciones 5, 6, 7 y 8 ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  y N), donde se conectan las líneas que vienen de la Red de Emergencia (B) también analiza el voltaje, frecuencia y secuencia de fase.

Estas líneas (A y B) que vienen de la conexión de los interruptores de transferencia que son alimentadores del diagrama posterior se va a elegir dos líneas ( $L_1$  y N) del lado (A) y del lado (B) ( $L_1$  y N), estas dos líneas forman una tensión de 220 voltios donde se dirige hacia un contactor. Este contactor está formado por dos contactos abiertos y dos contactos cerrados donde están conectadas del lado A (13 y 43) y de las líneas del lado B (21 y 31). Así mismo, las líneas del lado A se dirige hacia la bobina ( $A_1$  y  $A_2$ ) del contactor para que se active donde también existe a la entrada  $A_2$  un fusible de protección. Ahora teniendo las salidas del contactor que son las líneas A (14 y 44) y B (22 y 32) ambas son conectadas, (14 con 22 y 44 con 32) para que así forme una conexión simultánea cuando entra en funcionamiento. Se energiza la bobina ( $A_1$  y  $A_2$ ). Los contactos abiertos de las líneas A estas se cierran y dan paso a la energía y los contactos cerrados de las líneas B se abren, y cuando falla la energía de las líneas A los contactos se abren y las líneas B se cierran y dan paso a la energía de emergencia.

Asimismo, al pasar una línea o cable energizado por los contactos (25, 26 y 27) y (28, 29 y 30) del inversor de redes. Este inversor evalúa las dos redes de alimentación tanto a la red normal como a la red de emergencia. Cuando detecta la energía de la red normal, manda a cerrar pasando por los contactos del inversor (26 y 27) hacia el borne (1) del mando motorizado pasando por sus contactos internos (A y C) ambos se activan y sigue por el contacto (B y D) estos son contactos que cuando uno activa el otro contacto se desactiva, llegando a su bobina de control interno. Junto a la otra línea que viene energizada del borne (2) del mismo mando motor. Donde activa a (B C) y este manda activarse el motorizado y carga para subir la palanca del interruptor de la red normal se activa o cierra. Donde pasa la energía de fuerza de la red normal y cuando no hay energía de la red normal, el inversor manda abrir pasando la energía de emergencia por los contactos (26 y 25) hasta el borne (3) y continúa por (AC) y pasa (B) donde llega (BC) y activa el motorizado carga y baja la

palanca del interruptor quedando abierto el inversor de redes para el segundo mando motor. Tiene el sistema de detectar primera dando prioridad al primer mando motorizado conectado a la red normal y posteriormente analiza al segundo motorizado conectado a la red de emergencia.

Al analizar el segundo mando motorizado si se encuentra con energía de la red normal manda abrir con los contactos del inversor (29 y 28) donde al pasar por la bornera (3) y continua por (C, A) y pasa (B) donde llega (BC) y activa el motorizado carga y baja la palanca del interruptor quedando abierto y cuando no hay energía de la red normal pasa la energía de emergencia donde energiza los contactos (29 y 30) hacia el borne (1) y continua por (AC) y pasa (B) donde llega (BC) y activa el motorizado carga para subir la palanca del interruptor y cerrar o activar dando paso a la energía de fuerza de la red de emergencia.

Los contactos (15 y 16) del inversor se conectan hacia los contactos de un dispositivo que lleva dentro del interruptor termomagnético (11 y 51) junto al contacto común (21) que viene del inversor hacia la otra posición del contacto interno del interruptor (14 y 54) donde estos contactos van a dar una señal al inversor cuando dentro del interruptor (11 y 14) señala OC: este da señal al inversor si está en posición del interruptor abierto o cerrado y los contactos internos del interruptor (51 y 54) señala CTR: esta da señal al inversor si hay falla de sobrecarga o cortocircuito. De igual manera cumple esta función con los contactos (18 y 19) del inversor que se dirige hacia los contactos (18 y 19) del inversor que se dirige hacia los contactos del dispositivo del interruptor de la red de emergencia.

Los contactos (13 y 14) son los contactos del encendido del equipo del inversor de redes con una tensión 220 voltios, pero el inversor tiene otra entrada en los contactos (31 y 32) para un voltaje de 24 voltios donde también el equipo se puede encender con la batería del generador eléctrico. Los contactos (22 y 23) cumple con la función de dar la señal a la unidad de control de arranque y parada del generador eléctrico.

Los contactos (9 10) y (11 y 12) son relé programable que nos da alternativas de poner una alarma de sonido o señalización cuando esta funcionando el generador eléctrico. También nos puede dar la posibilidad de programar y clasificar que cuando funcione el generador podamos dejar de funcionar algunos circuitos no tan necesarios que están conectados a la red de emergencia.

# CIRCUITO DE CONTROL

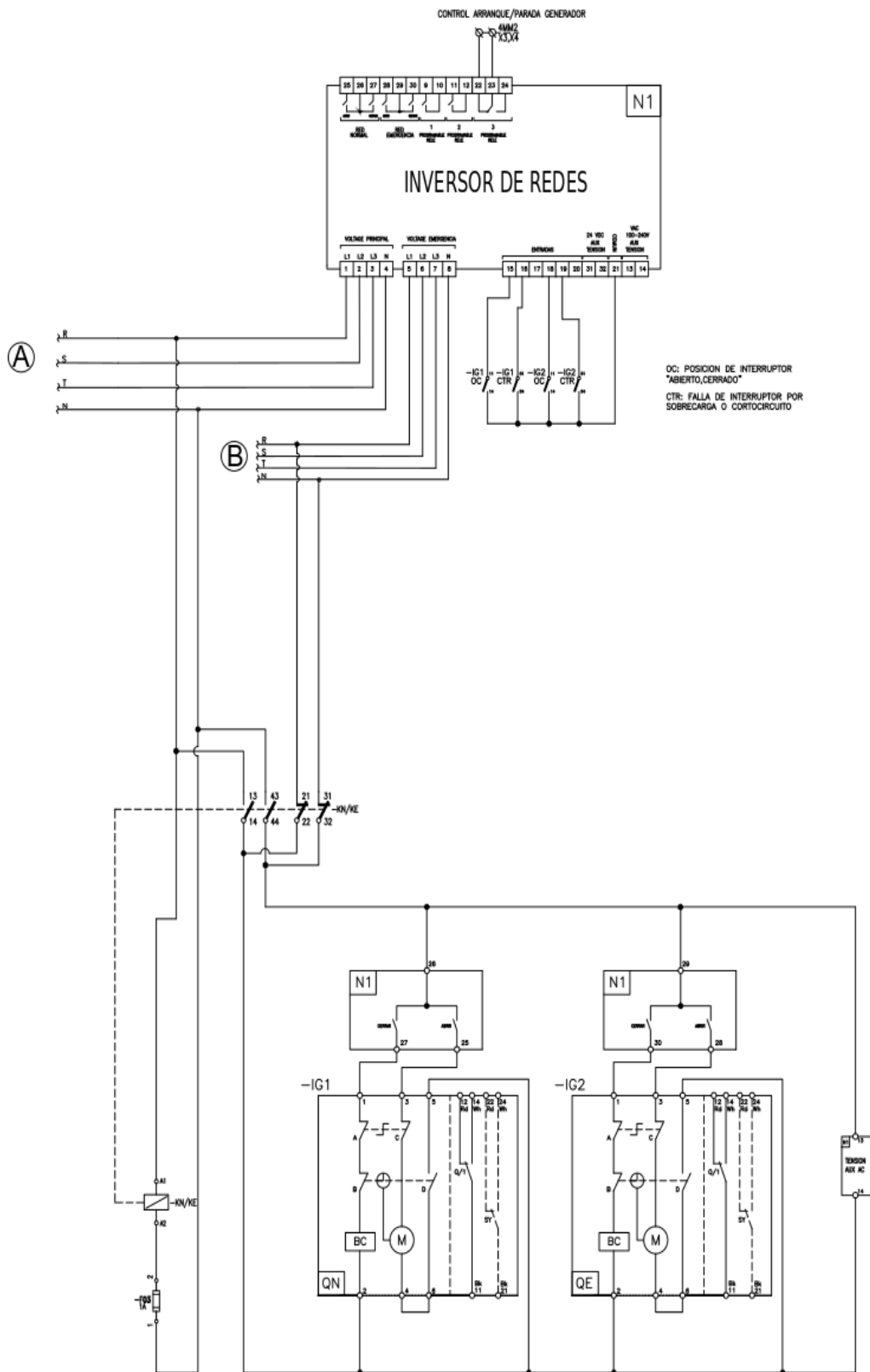


Figura 3.20 Esquema del circuito de control del sistema de automatización propuesto para el CIT Moche  
Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Selección de componentes eléctricos para automatización del sistema de transferencia de redes

Los componentes del sistema de transferencia automática de redes se han seleccionado teniendo en cuenta la máxima demanda de las áreas a automatizar o la capacidad del grupo electrógeno que se ha considerado en 100.3 kW y 250 A, los componentes deben soportar dicha carga y tensión, así como su disponibilidad en el mercado local. Los componentes que integran un TTA, además del inversor de redes son los interruptores, contactores, barras de cobre, cables, mandos motorizados y placas para montajes cuyas especificaciones para el TTA del presente trabajo de investigación se presentan en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4 Componentes eléctrico empleados en la automatización de un sistema de transferencia de redes**

Ítem	Artículo
1	Int. Termo magnético DPX 250 de 3 polos regulable de 200 a 250 A 36 KA - 380
2	Mando motorizado frontal de 24 a 230 V
3	contactos auxiliares o señal de defecto para DPX3 160/250
4	Inversor de redes de conmutación automática estándar
5	Placa para el montaje y el interbloqueo mecánico de 2 DPX3 160/250
6	Contactador 2 NA + 2NC , 230 V
7	Interruptor termo magnético para riel din 3x6 A
10	Interruptor termo magnético DPX - 3x250 A regulable
11	Interruptor termo magnético DPX - 3x30 A regulable fijo
13	Tablero eléctrico de metal adosado 1.4m x 0.8mx 0.4 m con puertas y chapas de seguridad
14	Kit de barras de cobre para el sistema de trasferencia
15	Kit de barras de cobre para el sistema de distribución
16	Rollo de cable numero 1.5 mm NH80 blanco

**Fuente: Elaboración propia**

3.5 Determinación del costo de la implementación del sistema de transferencia automáticas de redes.

El costo del diseño y construcción del Tablero de Transferencia Automática (TTA) constituido por los costos directos de los materiales y la mano de obra directa, así como los costos indirectos asciende a S/. 13 246.50 nuevos soles, como se detalla en la Tabla 3.5. El costo de la implementación del sistema de transferencia automática en el Centro de Innovación y Tecnología –Moche, debe considerar además del costo del TTA, los costos adicionales por flete y ensamblaje in situ por personal especializado.

**Tabla 3.5 Costo de construcción de un tablero de transferencia automática**

Ítem	Cant.	U.M.	P. U. (S/.)	Sub total
<b>MATERIALES</b>				<b>11 630</b>
Int. Termomagnético DPX 250 de 3 polos regulable de 200 a 250 A 36 KA - 380	2	Unid.	600	1200
Mando motorizado frontal de 24 a 230 V	2	Unid.	650	1300
Contactos auxiliares para DPX3 160/250	4	Unid.	90	360
Inversor de redes de conmutación automática estándar	1	Unid.	3100	3100
Placa para el montaje y el interbloqueo mecánico de 2 DPX3 160/250	1	Unid.	200	200
Contactador 2 NA + 2NC , 230 V	1	Unid.	90	90
Interruptor termomagnético para riel din 3x6 A	2	Unid.	120	240
Interruptor termomagnético DPX - 3x250 A regulable	1	Unid.	600	600
Interruptor termomagnético DPX - 3x30 A regulable fijo	8	Unid.	240	1920
Tablero eléctrico de metal adosado 1.4m x 0.8m x 0.4 m con puertas y chapas de seguridad	1	Unid.	1800	1800
Kit de platinas de cobre (3x15mm y 5x30mm)	1	Unid.	400	400
Kit de platinas de cobre (2.5x10mm y 3x20mm)	1	Unid.	300	300
Rollo de 100 m de cable numero 1.5 mm NH80 blanco	1	Unid.	120	120
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>1000</b>
Mano de obra (fabricación y ensamblaje)		Global	1000	
<b>Costos Directos totales</b>			<b>S/. 12 630.00</b>	
<b>Costos Indirectos (5% CD)</b>			<b>S/. 616.50</b>	
<b>Costo Total</b>			<b>S/. 13 246.50</b>	

**Fuente: Elaboración propia**

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 Cálculo de la demanda máxima de energía en los laboratorios del Centro de Innovación y Tecnología – Moche

El cálculo de la demanda máxima energética de una instalación es el punto de partida para determinar las características del sistema eléctrico a implementar en dicha instalación, en la mayoría de trabajos de implementación de un Sistema de Transferencia Automática (STA) se ha empezado con la determinación de la demanda máxima aun cuando se trata de generadores de baja potencia, así Ponce y Montufar (2014) realizaron un STA de la red pública a un grupo de 6.5 kVA y en base a la demanda máxima dimensionaron un Tablero de Transferencia Automática (TTA). En instalaciones complejas donde se requiere implementar un STA y es difícil determinar la demanda máxima energética, autores como Murillo (2015) realizó mediciones durante una semana y en base a ello estableció zonas de distribución esencial a las cuales considerar en la implementación del STA.

Pero el cálculo de la demanda máxima energética de una instalación está basado en la potencia nominal instalada, que dependiendo del tipo y tamaño de establecimiento el Código Nacional de Electricidad (CNE) permite el uso de factores de demanda para evitar sobredimensionamientos del STA, así mismo se permite el uso de factores de simultaneidad para ajustar mucho más la demanda máxima pero que deben ser justificados por el proyectista.

Con el objeto de implementar un STA en el Centro de Innovación y Tecnología (CIT) - Moche, se determinó la potencia nominal instalada que asciende a 258.02 kW como se muestra en la Tabla 3.1. La potencia nominal instalada en el CIT que asciende a 258.02 kW está constituido por 53.46 kW para iluminación que representa el 21%, 62.56 kW para calefacción que representa el 24% y 142 kW que corresponden a otras cargas y representan el 55%. Si consideramos que no todas las cargas funcionan a su máxima potencia al mismo tiempo, le asignamos un factor de demanda y simultaneidad de 0.85 y 0.70 respectivamente, obtendríamos una demanda máxima efectiva de 153.5 kW. Pero considerando los factores de demanda establecidos por el CNE como se muestra



en la tabla 3.2, la máxima demanda asciende a 217.98 kW y asumiendo además un factor de simultaneidad de 0.70 tendríamos una demanda máxima efectiva de 152.58 kW, similar al cálculo anterior.

La demanda máxima calculada en base a la potencia instalada puede ser mayor debido a que no se han considerado los interruptores como se puede ver en la Tabla 3.1, en donde se registra solamente cargas efectivas. Por otro lado el uso de factores de demanda considerados en el CNE que tiene en cuenta el tipo y tamaño de establecimiento puede ser un poco subjetivo, pero el uso de un factor de demanda de 0.85 es aceptable debido a que los equipos generalmente no deben trabajar a su máxima potencia por largos periodos de tiempo ya que reduce su vida útil, y por otro lado un factor de simultaneidad muy bajo indicaría una mayor capacidad ociosa de los equipos y teniendo en cuenta que se pretende dar un mayor dinamismo a los laboratorios un factor de simultaneidad de 0.7 sería aceptable. Adicionalmente, la demanda máxima efectiva sería mayor si aplicamos los factores de demanda y simultaneidad solamente a las cargas no permanentes que ascienden a 142 kW y representan el 55% de la potencia nominal instalada como se muestra en la Figura 3.12.

La mayor potencia instalada está dada por las cargas de los laboratorios, siendo el laboratorio de manufactura el de mayor potencia instalada con 48.57 kW, de los cuales 47.88 kW corresponden a cargas no permanentes y solamente 0.69 kW para iluminación. Otro de los laboratorios con mayor demanda es el de procesos industriales con 21.58 kW de los cuales 19.9 kW son de cargas no permanentes y 1.6 kW para iluminación, también se tiene el laboratorio de electricidad y automatización con 24.28 kW, de los cuales solo 13.04 kW son para cargas no permanentes, mientras que 3.7 kW son para iluminación y 7.5 kW son para calefacción.

El cálculo de la demanda máxima energética es importante para poder dimensionar los componentes del STA como el transformador, tablero de transferencia automática y sobre todo el grupo electrógeno como señala Luna (2006) para evitar sobre cargas.

#### 4.2 Dimensionamiento del Tablero de Transferencia Automática (TTA) y componentes

Como la máxima demanda efectiva calculada según el CNE para el CIT asciende a 152.58 kW, para implementar un STA se requieren de un transformador y un grupo electrógeno con capacidad para dicha potencia. Pero en el CIT ya se dispone de un transformador de 320 kVA y un grupo electrógeno con potencia nominal de 118 kW con los cuales se debe implementar el STA, con el transformador no hay inconvenientes, sin embargo, el grupo electrógeno tiene menor capacidad de la requerida, por lo que solamente se puede automatizar cargas hasta 100 kW que es lo suministrado por el grupo trabajando a un 85% de su capacidad. Zea (2012) considera que un STA debe ser adecuadamente dimensionado para suministrar energía de calidad, porque se producen armónicos que distorsionan la corriente y afectan los equipos eléctricos. Pero también para evitar sobrecalentamientos, recambios constantes, fallas o cortos circuitos en el sistema.

De acuerdo con el párrafo anterior, se ha priorizado áreas a automatizar hasta alcanzar aproximadamente los 100 kW proporcionados por el grupo trabajando a un 85% de su capacidad. En este sentido, se han seleccionado ocho ambientes alcanzando una potencia nominal instalada de 165.86 kW como se muestra en la Tabla 3.3, que considerando un factor de demanda de 0.85 y un factor de simultaneidad de 0.70 se tiene una demanda máxima efectiva de 98.68 kW.

El dimensionamiento y selección de los componentes de un STA está en función de la demanda máxima tal como lo demuestran autores como Silva (2018) quien determinó la demanda máxima y en base a ello seleccionó el grupo electrógeno, Ups, Transformador y el TTA, por su parte Angulo y Yarleque (2018) diseñaron un STA en base a la máxima demanda de un hospital y en función de ello seleccionaron el interruptor de transferencia y demás complementos. Pero Rivera y Espinoza (2017) diseñaron un TTA según el dimensionamiento de su propio grupo electrógeno.

Los componentes del TTA para el CIT, deben soportar el paso de una corriente en función de la demanda máxima de 98.68 kW de los ocho ambientes seleccionados

mostrados en la Tabla 3.3, que considerando una corriente trifásica de 380 V y un factor de potencia de 0.8, más un 25% de sobrecarga se tiene 234.56 Amperios, que redondeamos a 250 A, es decir los elementos que componen el TTA como interruptores, contactores, cables, barras de cobre y principalmente el inversor de redes deben tener una capacidad para 250 A. Además de los componentes del sistema de transferencia automática, en el TTA, se ha considerado el sistema de distribución hacia los ocho ambientes a automatizar, con lo que el TTA alcanza dimensiones físicas de 1.4 m x 0.8 m x 0.4 m.

#### **4.3 Elaboración de un diagrama de funcionamiento del sistema de transferencia automática con inversor de redes**

El diagrama de funcionamiento se muestra en las figuras 3.18, 3.19 y 3.20, es decir el funcionamiento se basa, primeramente, en haber identificado y priorizado los laboratorios a ser automatizados (Figura 3.18) para luego dimensionar el sistema de transferencia automática. De acuerdo con Riesco et al (2013) no es necesario automatizar todo el centro, los mencionados autores hacen una clasificación y zonificación de áreas identificando áreas esenciales y no esenciales, en el área esencial además distinguen zonas críticas y no críticas, pero ambas deben contar con un suministro continuo de energía de una fuente alternativa y contar con un banco de baterías para garantizar un tiempo mínimo de autonomía.

Identificado y cuantificado las cargas a ser automatizadas, se diseñó un diagrama eléctrico o de fuerza mostrado en la Figura 3.19 que muestra el sistema de distribución de la energía de las redes normal y de emergencia hacia las cargas ante un fallo en alguna de ellas. La lógica del funcionamiento del sistema se presenta en la Figura 3.20, en la que se explica el circuito eléctrico que garantiza el buen funcionamiento del sistema y la inversión de las redes.

#### **4.4 Selección de componentes eléctricos para automatización del sistema de transferencia de redes**

Como se discutió en párrafos anteriores, el dimensionamiento de los componentes de un STA está basado en la demanda máxima, pero el número y tipo de componentes dependen, como señalan Fernandez y Duarte (2015) de la tecnología empleada según la potencia del grupo electrógeno, del presupuesto y nivel de seguridad requerido. En grupos de baja potencia se usan relés, temporizadores y contactores, mientras que en equipos de gran potencia se usan tarjetas electrónicas y PLCs.

Como en el CIT ya se dispone de un transformador, grupo electrógeno, tablero general y de distribución, los mismos que se empearan en el STA, solamente se seleccionaran los elementos que componen el TTA de capacidad de 250A. La mayoría de autores como Revelo (2019), Sánchez (2012), Quintana y Villacis (2012) diseñaron y construyeron un TTA basado en PLC y consideran que la adecuada selección de equipos y componentes del TTA permiten una adecuada sincronización y transferencia. Por su parte autores como Silva (2018) en la implementación del TTA considera los automatismos DPX de la marca legrand, Murillo (2015) propone un STA compuesto por relés con memoria de datos e inversor de redes con interruptores tripolares. Otros autores como Ponce y Montufar (2014) implementaron un TTA para un grupo de 6.5 kVA con un PLC, contactores, relés, servomotores, temporizadores y controlador. Torres y Rendon (2008) para un STA de un hospital en Ecuador proponen el uso de un PLC, interruptores automáticos, analizador de redes, Ups y supresor de tensión. Es decir, como indican Fernandez y Duarte (2015) un STA se puede realizar utilizando diferentes tecnologías que dependen de una serie de factores.

Bravo (2017), considera que los STA realizan la transferencia eléctrica de la red pública a la red del grupo electrógeno y basan su funcionamiento en la energía que les provee los UPS, sin la cual no podrían funcionar.

En el presente trabajo se han considerado, al igual que Silva (2018), los automatismos integrados DPX de la marca Legrand y el inversor de redes sugerido por Murillo (2015).

#### **4.5 Determinación del costo de la implementación del sistema de transferencia automáticas de redes.**

Respecto a la implementación del STA en el CIT, en el presente trabajo solamente se considera el costo de los elementos que componen el TTA así como su diseño, construcción y ensamblaje del TTA en el taller del proveedor. No se consideran el costo de los componentes externos como transformador, grupo electrógeno, tablero general y cableado ni la instalación y prueba in situ.

El costo del TTA para la implementación de un STA en el CIT asciende a S/. 13 246.50 nuevos soles, siendo el elemento más costoso el inversor de redes y el armazón del TTA, así como los interruptores termomagnéticos y el mando motorizado frontal.

Se pueden disminuir los costos seleccionando y modificando componentes como lo realizado por Arroyo (2015), quien construyó un STA entre la red pública y un grupo electrógeno mediante un inversor de redes de la marca Shneider al cual le hizo modificaciones reemplazando el control automático integrado que viene incorporado en el kit del inversor por un PLC Zelio Logic y obtuvo los mismos resultados. Lo hizo con el objeto de reducir costos, pero recomienda realizar esta modificación solo por personal especializado y bajo la supervisión de Schneider.

## V. CONCLUSIONES

1. La potencia nominal instalada en el Centro de Innovación y Tecnología de noche asciende a 258.02 kW y considerando los factores de demanda según el Código Nacional de Electricidad se obtienen una demanda máxima de 217.98 kW, que considerando además un factor de simultaneidad de 0.7 se obtiene una demanda máxima efectiva de 152.58 kW.
2. Se dimensionó un Tablero de Transferencia Automática para una capacidad de 250 Amperios, que considera un 25% adicional a la capacidad del grupo electrógeno que proporciona una potencia de 100.3 kW trabajando al 85% de su capacidad.
3. Se ha elaborado un diagrama de funcionamiento del sistema de transferencia automática para ocho laboratorios o ambientes cuya demanda máxima alcanzan los 98.68 kW que está limitada por la capacidad del grupo electrógeno.
4. Los componentes eléctricos del sistema de transferencia automática que integran el Tablero de Transferencia Automática están basados en el uso de un inversor de redes integrados por interruptores termo magnéticos y mandos motorizados.
5. La implementación del Tablero de Transferencia Automática asciende a S/. 13,246.5 nuevos soles.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Evaluar e instalar un equipo UPS para garantizar la autonomía y continuidad de la energía ante un fallo en la red y mientras se estabiliza la energía generada por el grupo electrógeno automático.
2. Realizar un mantenimiento preventivo y periódico del grupo electrógeno, junto con sus equipos accesorios, como baterías, tanque de combustible etc.
3. Revisar el sistema de cableado y señalización de las líneas de tensión con la línea neutra instaladas en el Centro de Innovación y Tecnología.
4. Continuar con los estudios de automatización con el uso de energías alternativas, para reducir costos, lograr mayores eficiencias y autonomía.

## VII. REFERENCIAS

- AGUILERA, Purificación. Seguridad Informática. Madrid: Editex S.A. 2010. 240 pp.  
ISBN: 9788497716574
- ALVAREZ, Manuel. Motosoldadoras, pequeños generadores y grupos de emergencia, Madrid: Ediciones Paraninfo S.A. 2014. 207 pp. ISBN: 9788428399029
- ALVAREZ, Manuel. Transformadores: Calculo fácil de transformadores y autotransformadores monofásicos y trifásicos de baja tensión. Barcelona: Marcombo S.A. 2009. 212 pp. ISBN: 9788426715517
- ANGULO, Segundo y YARLEQUE, Jorge. Diseño de un sistema de transferencia automático de energía eléctrica con monitoreo de parámetros eléctricos para el grupo electrógeno del Hospital de Lambayeque. Tesis (Ing. Mecánico eléctrico). Pimentel. Universidad señor de Sipan. 2018. 185 pp.
- ARROYO, Ítalo. Diseño e implementación de un sistema de transferencia automático entre la red pública de la empresa eléctrica quito y grupo electrógeno de la planta INCINEROX CÍA. Ltda. Tesis (Ing. Electricidad esp. Electrónica y aut. Industrial). Guayaquil-Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral. 2015, 126 pp.
- BRAVO, J. Diseño de sistema SCADA de control automático de electricidad y temperatura para el data center financiera EDPYME ALTERNATIVA OLMOS 2017. Tesis (Ing. Mecánico Electricista). Lambayeque – Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2017, 113 pp.
- CNE (Código nacional de electricidad), Ministerio de energía y minas. Lima, Perú. 2006.
- DAVES, Chester. Electricidad industrial. 2da Ed. España: Reverte S.A. 1981. 401 pp.  
ISBN: 8429130209
- DURAN, Moyano J. [*et al.*]. Automatismos eléctricos e industriales. España: Marcombo. 2012. 240 pp. ISBN: 8426715630
- ENRIQUEZ, Gilberto. Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales. 2da ed. México D.F: Limusa. 2005. 456 pp. ISBN: 9681851951



FERNÁNDEZ-MORALES, Flavio H. y DUARTE, Julio E. Automatismo para el monitoreo y control de un grupo electrógeno con arranque eléctrico En: Entramado. Julio - Diciembre, 2015 vol. 11, no. 2, p. 262-271, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22241>

FOWLER, Richard. Electricidad: Principios y aplicaciones. Barcelona: Reverté 1994. 369 pp. ISBN: 8429130284

Gonzalez, A., Borges, D. y Martinez, M. Metodos de estimación de la demanda en sistemas eléctricos de baja tensión. *Energética*, Vol XXVIII N° 3/2007 p 19-24.

GUERRERO, Ramón. Montaje de Instalaciones automatizadas. Malaga: Innovacion y Cualificación S.L. 2012. 296 pp. ISBN: 9788415670506

GUIA Técnica de inversores de redes [en línea] Madrid Legrand group, 2017 [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2019] Disponible en <http://www.legrand.es/documentos/Guia-Tecnica-Inversores-de-Redes-Legrad.pdf>.

Legrand, Guia técnica: inversores de redes. Llegend Group, Madrid, 2007, 34 p.

LUNA, Cristhian. Transferencia y sincronizacion automática de generadores de emergencia e instalaciones industriales. Tesis (Ing. electricista). Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. 2006. 182 pp.

MINISTERIO DE EDUCACION- PAEBA. Manual de instalaciones eléctricas del tipo visible. Lima: Tarea asociación grafica educativa 2008. 92 pp. ISBN: 9789972246166

MINEM (Ministerio de Energía y Minas) Manual de sustentación del Código Nacional de Electricidad Utilización. 2006, Lima – Perú. 749 p.

MURILLO, O. Acondicionamiento de la subestación eléctrica del hospital universitario San Jorge de Pereira, enmarcado en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). Tesis (Ing. Electricista). Risaralda – Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira 2015. 106 pp.

MINEM, 2002. Norma DGE terminología en electricidad. R.M. N° 091--2002-EM/VME.

PALLAS, Ramón. Instrumentos electrónicos básicos. Barcelona: Marcombo S.A. 2006. 317 pp. ISBN: 8426713904

PONCE, M. y MONTUFAR, J. Diseño, construcción, instalación y puesta en marcha de un sistema de control automatizado para un grupo electrógeno de 6.5 kva de mobhi grifos. Tesis (Ing. Mecánico Electricista). Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 2014, 103 pp.

R. M. N° 083-2019-Vivienda, Norma técnica EM.010 Instalaciones eléctricas interiores del reglamento nacional de edificaciones. Normas legales, Diario El Peruano. 12/03/2019

RAMIREZ Samuel. Redes de distribución de energía. 3ra Ed. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. 2004. 897pp. ISBN: 9589322867

REVELO, Anthony. Diseño e instalación de un tablero de transferencia automático con monitoreo Scada a una red aislada de entrenamiento Ciele. Tesis (Ing. Mantenimiento eléctrico). Ecuador. Universidad Técnica del norte. 2019. 147 pp.

RIESCO, et al. Continuidad de suministro eléctrico en centros hospitalarios: esquemas de suministro, tipificación de cargas y distribución interior. In: *Dyna Energia y sostenibilidad*. Rev. 2 del 9/ene/2012. 12 pp.

RIVERA Roberto y ESPINOZA Jamilton. Diseño de un sistema de transferencia de energía eléctrica para el respaldo por falla de energía comercial. Tesis (Ing. eléctrico). Managua. Universidad Nacional de Ingeniería. 2017. 44 pp.

RUJEL, Elver. Implementación de un sistema de arranque automático basado en tecnología inalámbrica gsm/bluetooth para mantener la transferencia eléctrica en grupos electrógenos. Tesis (Ing. Industrial). Piura-Perú, Universidad Cesar vallejo. 2018, 122 pp.

SANCHEZ Yambay, Edison. Automatización del sistema de transferencia de energía eléctrica entre la red pública y el generador eléctrico de 40 KVA para el edificio Wartsila Ecuador S.A. utilizando PLC. Tesis (Ing. en electrónica, control y redes industriales) Ecuador. Escuela superior politécnica de Chimborazo. 2012. 128 pp.

SANZ, José Luis. Instalaciones eléctricas. Soluciones a problemas en alta y baja tensión 3ra ed. Madrid: Ediciones Paraninfo 2009. 332 pp. ISBN: 9788428331975

SENNER, Adolf. Principios de electrotecnia. Barcelona: Reverte. 1994. 448 pp.

ISBN: 8429134484

SILVA, Luis. Dimensionamiento y selección de un sistema de emergencia de suministro eléctrico, en el hospital de chala ii – Arequipa. Tesis (Ing. Mecánico Electricista). Lambayeque-Perú. Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”. 2018, 138 pp.

SOBREVILA Marcelo y FARINA Alberto. Instalaciones Eléctricas Argentina: Editorial Alsina 2014. 532 pp. ISBN: 9789505532636

TORRES, J. y RENDÓN, J. Diseño del sistema de transferencia automática para la continuidad de servicio eléctrico del hospital del IESS. Tesis (Ing. Electromecánico). Loja-Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 2008, 89 pp.

TRASHORRAS, Jesús. Subestaciones eléctricas. España: Ediciones Paraninfo, 2015. 400 pp. ISBN: 9788428337175

TRASHORRAS, Jesús. Configuración de instalaciones eléctricas. España: Paraninfo, 2013. 376 pp. ISBN: 9788497329354

WILDI Theodore. Maquinas eléctricas y sistemas de potencia. 6ta ed. México: Pearson educación. 2007. 890pp. ISBN: 9702608147

ZEA, Aldo. Mejoramiento del suministro de energía de una carga crítica mediante uso de transferencias de conmutación en baja tensión y grupos electrógenos. Tesis (Ing. Electricista). Lima-Perú, Universidad Nacional de Ingeniería. 2012, 64 pp.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Potencia nominal instalada en el Modulo 1 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>4700</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	60	72	4320	
Luminaria tipo necrótico	38	10	380	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>5360</b>
Aire acondicionado grande	2	2500	5000	
Aire acondicionado chico	1	360	360	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>3516</b>
computadora	3	660	1980	
proyector	3	462	1386	
parlantes	6	25	150	
<b>Total cargas del Módulo 1</b>				<b>13576</b>
<b>Total cargas del Módulo 1 sin calefacción</b>				<b>8216</b>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 2 Potencia nominal instalada en el Modulo 2 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>4700</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	60	72	4320	
Luminaria tipo necrótico	38	10	380	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>7500</b>
Aire acondicionado grande	3	2500	7500	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>3516</b>
computadora	3	660	1980	
proyector	3	462	1386	
parlantes	6	25	150	
<b>Total cargas del Módulo 2</b>				<b>15716</b>
<b>Total cargas del Módulo 2 sin calefacción</b>				<b>8216</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Potencia nominal instalada en el Modulo 3 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>4720</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	60	72	4320	
Luminaria tipo necrótico	40	10	400	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>7500</b>
Aire acondicionado grande	3	2500	7500	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>3516</b>
computadora	3	660	1980	
proyector	3	462	1386	
parlantes	6	25	150	
<b>Total cargas del Módulo 3</b>				<b>15736</b>
<b>Total cargas del Módulo 3 sin calefacción</b>				<b>8236</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Potencia nominal instalada en el Modulo 4 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>4660</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	60	72	4320	
Luminaria tipo necrótico	34	10	340	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>7500</b>
Aire acondicionado grande	3	2500	7500	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>3516</b>
computadora	3	660	1980	
proyector	3	462	1386	
parlantes	6	25	150	
<b>Total cargas del Módulo 4</b>				<b>15676</b>
<b>Total cargas del Módulo 4 sin calefacción</b>				<b>8176</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Potencia nominal instalada en el Modulo M-101 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>3208</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	41	72	2952	
Luminaria tipo necrótico	8	32	256	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>5000</b>
Aire acondicionado grande	2	2500	5000	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>8652</b>
computadora	4	660	2640	

proyector	1	462	462
parlantes	2	25	50
Armfield serie 039078-005	1	1100	1100
Armfield serie 399910/005	2	2200	4400

<b>Total cargas del Módulo M-101</b>	<b>16860</b>
<b>Total cargas del Módulo M-101 sin calefacción</b>	<b>11860</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Potencia nominal instalada en el Modulo M-102 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>3200</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	40	72	2880	
Luminaria tipo neocrótico	10	32	320	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>5000</b>
Aire acondicionado grande	2	2500	5000	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>13536</b>
Computadoras	1	660	660	
proyector	1	462	462	
parlantes	2	25	50	
Equipo de compresión FORNEY	1	552	552	
Mescladora para concreto	1	552	552	
balanzas electrónicas ohaus	5	40	200	
cocina eléctrica practica	1	1500	1500	
estufa humbolt	1	1500	1500	
calentador-secador	2	1500	3000	
tamizador eléctrico ricelin	1	580	580	
hornos eléctricos	3	1200	3600	
hervidora	1	880	880	
<b>Total cargas del Módulo M-102</b>				<b>21736</b>
<b>Total cargas del Módulo M-102 sin calefacción</b>				<b>16736</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Potencia nominal instalada en el Modulo M-103 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>2568</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	33	72	2376	
Luminaria tipo neocrótico	6	32	192	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>5100</b>
Aire acondicionado grande	1	2500	2500	
Aire acondicionado chico	2	1300	2600	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>1172</b>

Computadoras	1	660	660
proyector	1	462	462
parlantes	2	25	50
<b>Total cargas del Módulo M-103</b>			<b>8840</b>
<b>Total cargas del Módulo M-103 sin calefacción</b>			<b>3740</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Potencia nominal instalada en el Modulo M-104 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>4120</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	55	72	3960	
Luminaria tipo neocrótico	5	32	160	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>720</b>
Aire acondicionado	2	360	720	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>1832</b>
Computadoras	2	660	1320	
proyector	1	462	462	
parlantes	2	25	50	
<b>Total cargas del Módulo M-104</b>				<b>6672</b>
<b>Total cargas del Módulo M-104 sin calefacción</b>				<b>5952</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Potencia nominal instalada en el Modulo M-105 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>2272</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	28	72	2016	
Luminaria tipo neocrótico	8	32	256	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>360</b>
Aire acondicionado grande	1	360	360	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>4347</b>
computadora	2	660	1320	
proyector	1	462	462	
parlantes	2	25	50	
Horno	1	300	300	
Estufa	1	300	300	
Microscopios Olympus	5	187	935	
centrifugas	3	110	330	
Lámpara digital	1	110	110	
cabina de bioseguridad	1	100	100	
refrigerador Moist care	1	440	440	
<b>Total cargas del Módulo M-105</b>				<b>6979</b>
<b>Total cargas del Módulo M-105 sin calefacción</b>				<b>6619</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Potencia nominal instalada en el Modulo M-106 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>2176</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	28	72	2016	
Luminaria tipo neocrótico	5	32	160	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>1760</b>
Aire acondicionado grande	1	1400	1400	
Aire acondicionado chico	1	360	360	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>6709</b>
Transformador de 2A	1	440	440	
Hornos	4	187	748	
Balanzas	3	3	9	
Computadoras	2	660	1320	
Parlantes	2	25	50	
Proyector	1	462	462	
motores para extractor	2	1840	3680	
<b>Total cargas del Módulo M-106</b>				<b>10645</b>
<b>Total cargas del Módulo M-106 sin calefacción</b>				<b>8885</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Potencia nominal instalada en el Modulo M-107 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>1664</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	20	72	1440	
Luminaria tipo neocrótico	7	32	224	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>0</b>
Aire acondicionado grande			0	
Aire acondicionado chico			0	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>19921</b>
Refrigeradoras INRESA	2	118	236	
Fermentadora	1	10	10	
Horno Nova	1	1840	1840	
licuadora Oster	1	360	360	
pulpeadora	1	1104	1104	
secadora de aire caliente	1	368	368	
batidora planetaria	1	2208	2208	
amasadora	1	4416	4416	
balanzas electrónicas	2	40	80	
hervidora	1	150	150	
congeladoras electrolux	2	330	660	
horno microondas samsung	1	1200	1200	
estufa	1	1200	1200	
autoclave	1	1200	1200	



equipo para proteínas Kjendall	1	368	368
centrifuga grande	1	1600	1600
centrifuga chica	1	100	100
viscosímetro rotacional digital	1	25	25
balanza de 500 gr	1	6	6
espectrofotómetro	1	330	330
computadoras	3	660	1980
pantallas tipo LED	8	60	480

<b>Total cargas del Módulo M-107</b>	<b>21585</b>
<b>Total cargas del Módulo M-107 sin calefacción</b>	<b>21585</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Potencia nominal instalada en el Modulo M-108 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>1440</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	20	72	1440	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>360</b>
Aire acondicionado	1	360	360	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>1320</b>
Computadoras	2	660	1320	
<b>Total cargas del Módulo M-108</b>				<b>3120</b>
<b>Total cargas del Módulo M-108 sin calefacción</b>				<b>2760</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Potencia nominal instalada en el Modulo M-109-111 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>3744</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	44	72	3168	
Luminaria tipo neocrótico	18	32	576	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>7500</b>
Aire acondicionado grande	3	2500	7500	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>13038</b>
Proyector	1	462	462	
Parlantes	2	25	50	
Computadora	2	660	1320	
Osciloscopio	4	440	1760	
Proyector	1	462	462	
Computadora	1	660	660	
Proyector	1	462	462	
Computadora	3	660	1980	
Osciloscopios	4	440	1760	
Compresora	1	736	736	
Parlantes	2	25	50	
Módulo de análisis vibraciones	2	1300	2600	

Módulo de fatiga	1	736	736
<b>Total cargas del Módulo 109-111</b>			<b>24282</b>
<b>Total cargas del Módulo 109-111 sin calefacción</b>			<b>16782</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Potencia nominal instalada en el Modulo M-112 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>688</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	6	72	432	
Luminaria tipo necrotico	8	32	256	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>0</b>
Aire acondicionado grande	0	2500	0	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>47878</b>
Pantallas tipo LED	8	60	480	
computadora	2	660	1320	
Proyector	1	462	462	
Parlantes	2	25	50	
Esmeril Bosh	1	500	500	
Torno CNC 51-360	1	8800	8800	
Taladro de banco	1	1500	1500	
Compresoras	2	1500	3000	
Motor para balón de oxígeno para oxicorte	1	1472	1472	
Equipo hidráulico de tracción de 10 ton	1	11040	11040	
Horno para muestras	1	368	368	
Máquina de soldar	1	8800	8800	
Moladora grande	1	2200	2200	
Moladora chica	1	850	850	
Esmeril chico	1	300	300	
Motobomba	2	368	736	
Motosierra de banco	3	2000	6000	
<b>Total cargas del Módulo M-112</b>				<b>48566</b>
<b>Total cargas del Módulo M-112 sin calefacción</b>				<b>48566</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Potencia nominal instalada en el Modulo M-113 del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>1856</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	24	72	1728	
Luminaria tipo necrótico	4	32	128	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>0</b>
Aire acondicionado grande	0	2500	0	
Aire acondicionado chico	0	1300	0	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>1172</b>
Computadoras	1	660	660	
proyector	1	462	462	

parlantes	2	25	50
<b>Total cargas del Módulo M-113</b>			<b>3028</b>
<b>Total cargas del Módulo M-113 sin calefacción</b>			<b>3028</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Potencia nominal instalada en el Tópico y Centro de información del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>4448</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	56	72	4032	
Luminaria tipo necrótico	13	32	416	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>6400</b>
Aire acondicionado grande	1	2500	2500	
Aire acondicionado chico	3	1300	3900	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>4360</b>
Esterilizador	1	1200	1200	
Dispensador de agua	1	520	520	
Computadoras	4	660	2640	
<b>Total cargas del Tópico y centro de información</b>				<b>15208</b>
<b>Total cargas del Tópico y centro de información sin calefacción</b>				<b>8808</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Potencia nominal instalada en la sala de Docentes del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>1136</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	14	72	1008	
Luminaria tipo necrótico	4	32	128	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>2500</b>
Aire acondicionado grande	1	2500	2500	
Aire acondicionado chico	0	1300	0	
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>4000</b>
Computadoras	3	660	1980	
Horno microondas samsung	1	1500	1500	
Dispensador de agua	1	520	520	
<b>Total cargas de la sala de Docentes</b>				<b>7636</b>
<b>Total cargas de la sala de Docentes sin calefacción</b>				<b>5136</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Potencia nominal instalada en el Baño A del Centro de Innovación y Tecnología -CIT – Moche a octubre del 2019

DESCRIPCION	Cantidad	P. Nominal	P. Inst. (W)	Total
-------------	----------	------------	--------------	-------

<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>1152</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	16	72	1152	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>0</b>
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>0</b>
<b>Total cargas del Baño A</b>				<b>1152</b>
<b>Total cargas del Baño A sin calefacción</b>				<b>1152</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19. Potencia nominal instalada en el Baño B del Centro de Innovación y Tecnología  
-CIT – Moche a octubre del 2019

<b>DESCRIPCION</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Nominal</b>	<b>P. Inst. (W)</b>	<b>Total</b>
<b>CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES</b>				<b>1008</b>
Pantallas con 4 fluorescentes c/u	14	72	1008	
<b>CARGAS DE CALEFACCION</b>				<b>0</b>
<b>OTRAS CARGAS DE POTENCIA</b>				<b>0</b>
<b>Total cargas del Baño B</b>				<b>1008</b>
<b>Total cargas del Baño B sin calefacción</b>				<b>1008</b>

Fuente: Elaboración propia

# INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES

ELIAS AVALOS FLORES

PROYECTOS, ASESORAMIENTO Y EJECUCIÓN EN OBRAS DE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS, INDUSTRIALES Y DOMICILIARIAS

Mantaro Nº 556 Urb. Miraflores – Telf.: 973037029 – TRUJILLO – LA LIBERTAD

SERVICIOS DE INSTALACION EN GENERAL MONTAJE EN  
ESTRUCTURAS Y MAQUINARIAS INDUSTRIALES

Trujillo 05 de Noviembre del 2019

**Señor(es): Omar Ruiz Cavel**

**Referente:** Materiales para un tablero de transferencia automática.

Fabricantes de tableros eléctricos para fuerza y distribución
Tableros autosoportados
Interruptores termomagnéticos
Gabinetes cajas de paso y similares
Divisiones metálicas para baño
Sub-estaciones de alta tensión
Gabinetes contra incendios
Construcción de semáforos con sistema electrónico
Interruptores de transferencia manual y/o automática
Cajas telefónicas
Bancos de medidores

Nº	ESPECIFICACIONES	CA NT.	P. UNIT	TOTAL
<b><u>MATERIALES</u></b>				
01	Interruptor termomagnético DPX 250 de 3 polos regulable de 200 a 250 A 36 KA – 380	02	580.00	1,160.00
02	Interruptor termomagnético para riel din 3 x 6 A	02	110.00	220.00
03	Interruptor termomagnético DPX3 - 3x250 A regulable	01	580.00	580.00
04	Interruptor termomagnético DPX3 -3x30 A regulable fijo	08	225.00	1,800.00
05	Mando motorizado frontal de 24 a 230 V	02	615.00	1,230.00
06	Contactos auxiliares para DPX3 160/250	04	90.00	360.00
07	Inversor de redes de conmutación automática estándar	01	3,050.0	3,050.00
08	Placa para el montaje y el interbloqueo mecánico de DPX3 160/250	01	200.00	200.00
09	Contactador 2 NA +2NC, 230 V	01	80.00	80.00
10	Tablero eléctrico de metal adosado 1.4 x 0.8 x 0.4 m con puertas y chapas de seguridad	01	1,800.0	1,800.00
11	Kit de platinas de cobre (3 x 15mm y 5 x 30mm)	01	400.00	400.00
12	Kit de platinas de cobre (2.5 x 10mm y 3 x 20mm)	01	300.00	300.00
13	Rollo de 100 m de cable número 1.5 mm NH80 blanco	01	120.00	120.00

---

<b>V.V.</b>	<b>9,576.27</b>
<b>I.G.V.</b>	<b>1,723,73</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11,300.00</b>

**NOTA:** La validez de los precios tiene un plazo de 30 días.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO**

Título de Tesis: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO CON INVERSOR DE REDES PARA PERMITIR EL SUMINISTRO ELECTRICO CONTINUO EN UN CENTRO DE INNOVACION TECNOLOGICA CIT.

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	✓		✓		✓		
2	✓		✓		✓		
3	✓		✓		✓		
4	✓		✓		✓		
<b>Aspectos Generales</b>					Sí	No	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					✓		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					✓		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					✓		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				✓	NO APLICABLE		
<b>APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>							

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO**

Apellidos y nombres : SANCHEZ VASQUEZ BORIS MARCIAL  
 Profesión : ING. MECANICO ELECTRICISTA.  
 Especialidad : INSTALACIONES ELECTRICAS.



Boris M. Sanchez Vasquez  
 ING. MECANICO ELECTRICISTA  
 R. CIP 128395

**FIRMA**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO**

Título de Tesis: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO CON INVERSOR DE REDES PARA PERMITIR EL SUMINISTRO ELECTRICO CONTINUO EN UN CENTRO DE INNOVACION TECNOLOGICA CIT.

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	✓		✓		✓		—
2	✓		✓		✓		—
3	✓		✓		✓		—
4	✓		✓		✓		—
<b>Aspectos Generales</b>					<b>Sí</b>	<b>No</b>	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					✓		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					✓		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					✓		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				✓	NO APLICABLE		
<b>APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>							

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO**

Apellidos y nombres : DURANO BAZAN, CESTIAN OLIVER

Profesión : Ing. MECÁNICO ELECTRICISTA

Especialidad :

  
 Cristian Oliver Durand Bazán  
 ING. MECANICO ELECTRICISTA  
 R. CIP. N° 189641

**FIRMA**



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO**

Título de Tesis: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO CON INVERSOR DE REDES PARA PERMITIR EL SUMINISTRO ELÉCTRICO CONTINUO EN UN CENTRO DE INNOVACION TECNOLÓGICA CIT.

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	X		X		X		—
2	X		X		X		—
3	X		X		X		—
4	X		X		X		—
<b>Aspectos Generales</b>					<b>Sí</b>	<b>No</b>	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					X		—
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					X		—
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					X		—
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				X	NO APLICABLE		
<b>APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>							

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO**

Apellidos y nombres : *ARTEAGA Esquivel Xonis Paul*  
 Profesión : *Ing. MECÁNICA ELECTRICISTA*  
 Especialidad : *SUPERVISOR DE BAJA y MEDIA TENSION*



-----  
 XONIS PAUL  
 ARTEAGA ESQUIVEL  
 Ingeniero Mecánico Electricista  
 CIP Nº 234431

\_\_\_\_\_  
**FIRMA**