



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**

**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA:**

**Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico  
en tiempo remoto para laboratorio de electrónica en la Facultad de  
Educación Técnica para el Desarrollo.**

**AUTOR:**

**León Cárdenas, Joustine Bonny**

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de  
INGENIERA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.**

**TUTOR:**

**Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar**

**Guayaquil, Ecuador**

**22 de agosto del 2023**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRONICA Y AUTOMATIZACIÓN

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. **León Cárdenas, Joustine Bonny** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERA EN ELECTRONICA Y AUTOMATIZACIÓN**.

TUTOR

---

Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar

DIRECTOR DE CARRERA

---

M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo

Guayaquil, a los 22 días del mes de agosto del año 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRONICA Y AUTOMATIZACIÓN

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **León Cárdenas, Joustine Bonny**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Integración Curricular **Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, previo** a la obtención del Título de **Ingeniera en Electrónica y Automatización**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 22 días del mes de agosto del año 2023

EL AUTOR

---

León Cárdenas, Joustine Bonny



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRONICA Y AUTOMATIZACIÓN

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **León Cárdenas, Joustine Bonny**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular: **Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo** Cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 22 días del mes de agosto del año 2023

EL AUTOR

---

León Cárdenas, Joustine Bonny

# REPORTE DE COMPILATIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN  
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN  
INFORME SOFTWARE ANTIPLAGIO  
**COMPILATIO**

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

TIC-JL-A-2023 Final recibido 21-08-23  
16h10

4% Similitudes

1% Texto entre comillas  
0% similitudes entre comillas

2% Idioma no reconocido

Nombre del documento: TIC-JL-A-2023 Final recibido 21-08-23  
16h10.docx  
ID del documento: 2aa8293aa6aa18b0c40ed68678e69cf1ffc6ebbcb  
Tamaño del documento original: 20,03 MB  
Autor: Joustine León Cárdenas

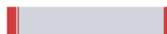
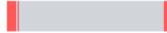
Depositante: Joustine León Cárdenas  
Fecha de depósito: 21/8/2023  
Tipo de carga: url\_submission  
fecha de fin de análisis: 21/8/2023

Número de palabras: 10.118  
Número de caracteres: 66.919

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	localhost   Propuesta de automatización de una máquina Granalladora de cilindro... <a href="http://localhost:8080/xmlui/bitstreamv3317/18029/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-295.pdf.txt">http://localhost:8080/xmlui/bitstreamv3317/18029/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-295.pdf.txt</a> 43 fuentes similares	3%		🔗 Palabras idénticas: 3% (314 palabras)
2	localhost   Estudio y diseño en media y baja tensión del sistema eléctrico -fase 2- ... <a href="http://localhost:8080/xmlui/bitstreamv3317/16220/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-263.pdf.txt">http://localhost:8080/xmlui/bitstreamv3317/16220/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-263.pdf.txt</a> 32 fuentes similares	3%		🔗 Palabras idénticas: 3% (305 palabras)
3	localhost   Automatización de un sistema de bombeo para un centro de operacion... <a href="http://localhost:8080/xmlui/bitstreamv3317/13376/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-220.pdf.txt">http://localhost:8080/xmlui/bitstreamv3317/13376/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-220.pdf.txt</a> 38 fuentes similares	3%		🔗 Palabras idénticas: 3% (290 palabras)

Reporte Compilatio del trabajo de titulación de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización: **“Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para el laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo”**, de la estudiante León Cárdenas, Joustine Bonny se encuentra al 4 % de coincidencias.

Atentamente,

**Ing. Carlos Romero Rosero**  
**DOCENTE-TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo de titulación que es tan importante para mí, a mis padres, Cesar e Ivonne, a mi hermano, Dante, a mis abuelosCiro y Hortencia, ya que formaron parte de este crecimiento académico que voy a obtener, y que sin su apoyo y amor incondicional yo no hubiese podido llegar a término, así como lo he hecho el día de hoy.

**EL AUTOR**

**LEÓN CÁRDENAS, JOUSTINE BONNY**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco con todo mi amor y cariño a mis padres, Cesar e Ivonne por todo el apoyo brindado, sin su apoyo yo no hubiese llegado hasta este punto de mi vida y sé que a pesar de haber llegado lejos seguirán apoyándome y espero pronto poder devolverles todo ese amor y esfuerzo que han dado por mi.

También quiero agradecer a mi amigo Ronnie Bonilla que a pesar de lo muy ocupado que estuvo se dio un tiempo para ayudarme, apoyarme y motivarme.

**EL AUTOR**

**LEÓN CÁRDENAS, JOUSTINE BONNY**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

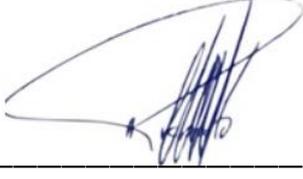
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRONICA Y AUTOMATIZACIÓN

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f.   
\_\_\_\_\_

M. Sc. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO

DECANO

f.   
\_\_\_\_\_

Ing. UBILLA GONZALEZ, GONZALO XAVIER

COORDINADOR DEL ÁREA

f.   
\_\_\_\_\_

Ing. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO

OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de titulación del estudiante **LEÓN CARDENAS JOUSTINE BONNY**, de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización, con el tema: **“Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para el laboratorio de electrónica en la facultad de educación técnica para el desarrollo.”** Informo que he revisado el trabajo de titulación el mismo que cumple con la Normativa para Procesos de Titulación de la UCSG, por lo que el estudiante SI se encuentra APTO para el proceso de sustentación.

La calificación del trabajo escrito es de **10 /10**.

Adjunto al presente oficio la siguiente información:

- Respaldo digital del Trabajo de Titulación en formato Word y pdf, remitido por correo electrónico al director de Carrera con copia al Coordinador de Titulación.
- Reporte COMPILATIO en formato PDF que garantiza uso adecuado de la información, con porcentaje de 4 % de coincidencia, debidamente firmados.

f. \_\_\_\_\_  
**ING. ROMERO ROSERO CARLOS**  
TUTOR

## Índice General

Resumen.....	XVI
<b>CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	
.....	<b>2</b>
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Definición del Problema.....	3
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Metodología de Investigación.....	5
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Historia de los tableros eléctricos.....	6
2.2. Componentes de Tablero de distribución.....	7
2.2.1. Gabinete o chasis .....	7
2.2.2. Riel metálico .....	8
2.2.3. Canaleta.....	8
2.2.4. Barra colectora.....	9
2.2.5. Componentes eléctricos .....	9
2.2.6. Componentes electrónicos.....	10
2.3. Tableros de fuerza.....	11
2.3.1. Tipos de tableros eléctricos .....	12
2.3.2. Clase de medición.....	12
2.3.3. Clase distribución .....	17
2.3.4. Clase bypass .....	22
2.4. Grado de protección y criterios de instalación de tableros.....	26
2.4.1. Grados de protección.....	26
2.4.2. Criterios de instalación de tablero.....	27
2.5. Control y automatización .....	28

2.5.1.  Sistemas de automatización para tableros de distribución .....	28
<b>CAPITULO 3: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>31</b>
3.1.  Análisis de la información.....	31
3.2.  Descripción de la zona.....	31
3.3.  Actividades del establecimiento .....	32
3.4.  Sistema eléctrico .....	33
3.2.1.  Disposición de panel de distribución .....	33
<b>CAPÍTULO 4: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL NUEVO DISEÑO</b>	
.....	36
4.1.  Generalidades .....	36
4.2.  Bitácora del equipo .....	36
4.3.  Análisis de cargas.....	37
4.4.  Mediciones eléctricas .....	38
4.5.  Análisis Termográfico .....	40
4.6.  Disposición de circuitos .....	41
4.7.  Diagrama unifilar.....	42
<b>CAPÍTULO 5: DISEÑO ELÉCTRICO .....</b>	<b>46</b>
5.1.  Datos generales .....	46
5.2.  Diseño de Tablero de distribución.....	46
5.3.  Descripción de los componentes.....	47
5.3.1.  Sistema de monitoreo en tiempo real.....	47
5.3.2.  Breaker principal tipo caja moldeada .....	49
5.3.3.  Breaker principal tipo riel din .....	49
5.3.4.  Bornera puesta a tierra.....	50
5.3.5.  Principio de protección escalonada Supresor de sobretensión	50
5.3.6.  Tablero.....	53
<b>CAPÍTULO 6: EVALUCIÓN COSTO BENEFICIO .....</b>	<b>54</b>
6.1.  Evaluación económica .....	54
6.1.  Evaluación técnica .....	55
6.3.  Costo Beneficio .....	56

<b>Conclusiones.....</b>	<b>57</b>
<b>Recomendaciones. ....</b>	<b>58</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

Figura 2. 1 Detalle de panel de distribución .....	7
Figura 2. 2. Riel Chanel.....	8
Figura 2. 3. Canaleta Ranurada.....	8
Figura 2. 4. Barra colectora trifasica .....	9
Figura 2. 5 Tablero de distribución principal contraloría general del estado - Guayaquil.....	11
Figura 2. 6 Elementos de tablero de medición .....	13
Figura 2. 7. Medidor clase 100 .....	14
Figura 2. 8. Medidor clase 100 tipo vitrina .....	14
Figura 2. 9 Tablero de medidor CL-200 tipo vitrina .....	15
Figura 2. 10. Gabinete con módulo de medición CL-20.....	16
Figura 2. 11. Tablero de distribución .....	17
Figura 2. 12 Tablero de distribución principal.....	18
Figura 2. 13. Tablero distribución secundario .....	19
Figura 2. 14. Panel de distribución trifásico 42 espacios.....	20
Figura 2. 15. Tablero de protección AC Subestación .....	21
Figura 2. 16. Tablero de protección DC subestación .....	22
Figura 2. 17. Tablero Bypass con llave de seccionamiento manual.....	23
Figura 2. 18. Tablero bypass con llave de seccionamiento sin cruce por 0(Syrco VM).....	23
Figura 2. 19. Tablero bypass con llave de seccionamiento con cruce por 0(Syrco VM1) .....	24
Figura 2. 20. Tablero de transferencia manual con breakers .....	25
Figura 2. 21. Tablero de transferencia automatical con ATYS P .....	26
Figura 2. 22. Grado de protección IP .....	26
Figura 2. 23. Grado de protección IP (Nivel de protección) .....	27
Figura 2. 24. Automatización de procesos industriales.....	28
Figura 2. 25. Análisis de variables medidas por Sinergy Cloud .....	29
Figura 2. 26. Sistema de gestión de la energía.....	30

### **Capítulo 3**

Figura 3. 1 Ubicación Georreferenciada del laboratorio de electrónica .....	32
Figura 3. 2. Disposición de Paneles Laboratorio de electrónica.....	33
Figura 3. 3. Acometidas y componentes de paneles de distribución.....	34

### **Capítulo 4**

Figura 4. 1. Check list de panel de distribución 12 x 24 espacios.....	36
Figura 4. 2. Check list panel de distribución 6 x 12 Espacios .....	37
Figura 4. 3. Detalle de protecciones Panel 12 x 24 Espacios.....	38
Figura 4. 4. Detalle de protecciones Panel 6 x 12 Espacios .....	38
Figura 4. 5. Mediciones eléctricas Panel 12 x 24 Espacios .....	39
Figura 4. 6. Mediciones de panel 6 x 12 Espacios .....	39
Figura 4. 7. Análisis termográfico Panel 6 x12 Espacios.....	40
Figura 4. 8. Análisis termográfico Panel 12 x 24 Espacios .....	41
Figura 4. 9. Levantamiento de circuitos eléctricos Laboratorio de Electrónica .....	42
Figura 4. 10. Diagrama unifilar Panel 6x12 Espacios P1-P07.....	43
Figura 4. 11. Diagrama unifilar Panel 12x24 Espacios P1-P08.....	44

### **Capítulo 5**

Figura 5. 1 Diseño de tablero TD-Lab E .....	47
Figura 5. 3. Sistema de monitoreo en tiempo real .....	48
Figura 5. 4. Breaker tipo caja moldeada .....	49
Figura 5. 5. Breaker tipo riel din .....	50
Figura 5. 6. Clasificación de protecciones contra sobre tensión .....	51
Figura 5. 7. Detalle supresor tipo II + III(952084).....	52
Figura 5. 8. Tablero metálico galvanizado en caliente .....	53

## Índice de Tablas

### Capítulo 6

Tabla 6. 1. Presupuesto de Tablero .....	54
Tabla 6. 2. Análisis FODA.....	55

## Resumen

Se realiza el proyecto de investigación “Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo”. En el primer Capítulo se describe el problema de la investigación y los objetivos que se alcanzaron para obtener el diseño propuesto, para obtener el propósito de mejorar la calidad del servicio mediante un panel más eficiente. En el segundo capítulo se fundamentó con revisión bibliográfica términos y definiciones eléctricas y de control. En el tercer capítulo se realizó levantamientos de información que facilitó para que, en el cuarto capítulo levantemos el diseño del tema de investigación. Se analizó la ubicación de los paneles de distribución los cuales visualmente no cumplen los criterios de instalación en una infraestructura, no cuentan con dispositivos loto o protección respectiva, no tienen señalética de seguridad. En el quinto capítulo se realizó investigación del costo beneficio del diseño del panel eléctrico trifásico, evaluando la viabilidad del proyecto mediante un estudio técnico – económico que analizó los costos de suministro instalación y mantenimiento, y los beneficios. También se presentan las conclusiones y recomendaciones.

**Palabras claves: Electricidad, Protecciones, Eficiencia energética, Control, mantenimiento, Seguridad.**

## **ABSTRACT**

The research project "Design of a three-phase electrical panel with a remote-time electrical consumption meter for an electronics laboratory at the Faculty of Technical Education for Development" is carried out. The first Chapter describes the research problem and the objectives that were achieved to obtain the proposed design, to obtain the purpose of improving the quality of service through a more efficient panel. In the second chapter, electrical and control terms and definitions were based on a bibliographic review. In the third chapter, information surveys were carried out that facilitated so that, in the fourth chapter, we raise the design of the research topic. The location of the distribution panels was analyzed, which visually do not meet the installation criteria in an infrastructure, do not have lotus devices or respective protection, do not have security signage. In the fifth chapter, an investigation of the cost benefit of the design of the three-phase electrical panel was carried out, evaluating the feasibility of the project through a technical-economic study that analyzed the costs of supply, installation and maintenance, and the benefits. Conclusions and recommendations are also presented.

**Keywords: Electricity, Protections, Energy efficiency, Control, maintenance, Security.**

# **CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **1.1. Introducción.**

Los sistemas eléctricos se están adaptando a las exigencias del mercado actual el cual busca que su producción sea más eficiente mediante el uso de elementos electrónicos de potencia. El uso de la energía eléctrica es imprescindible para los sectores residencial, comercial e industrial sin embargo a raíz de generar una mejora en la eficiencia de los equipos que inciden directamente en la productividad se generaron perturbaciones transitorias que afectan de manera parcial al sistema. La calidad de energía es de vital importancia para el desarrollo de procesos, muchos dependen de un sistema constante y robusto por lo que es requieren niveles de supervisión y protección para garantizar la continuidad de la energía en los equipos (León & Ovalle, 2013).

Los paneles eléctricos son de suma importancia protección de los equipos, la clase y tipo de protección garantiza la seguridad que tendrán los elementos que conforman el circuito, la protección del panel y la seguridad las personas ante impactos directos e indirectos de perturbaciones que generen un potencial riesgo. La automatización orientada la supervisión y gestión de la energía de un panel eléctrico mediante monitoreo en tiempo remoto ha demostrado que puede ser la solución de muchos problemas que inciden con pérdida de la energía por daños en la red, mediante elementos de control que permiten al tablero tomar medidas que permitan resolver los problemas y

analizar las múltiples variables que alteran la red para un proceso de mejora continua.

## **1.2. Antecedentes.**

Las perturbaciones eléctricas engloban una serie de fenómenos que se origina por la operación de los equipos de distribución, averías en las líneas, problemas al realizar maniobras de corte y desenergización o condiciones atmosféricas afectando de manera directa e indirecta a las cargas del sistema y sobre todo a maquinaria electrónica lo cual genera daños irreversibles en sus componentes.

## **1.3. Definición del Problema.**

Se están presentando perturbaciones eléctricas en la red de la ciudad de Guayaquil, de manera directa e indirecta que afectan la calidad de energía

Ante estos eventos, el problema de investigación es el siguiente

¿Como afecta las perturbaciones eléctricas en las instalaciones del laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil?

## **1.4. Justificación del Problema.**

Esta investigación es conveniente porque ayuda a prevenir daño a los equipos mediante el monitoreo remoto.

La investigación es relevante porque permite estudiar el comportamiento de la red y analizar las posibles causas que originan las perturbaciones eléctricas.

Los beneficios de este proyecto serán para los estudiantes y profesores de practica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo mediante un panel de distribución con sistema de monitorio que supervise y disminuya el número de impactos que afectan a los equipos del laboratorio de electrónica.

El trabajo de investigación va a resolver un problema que está latente por la falta de este tipo de paneles adaptados al monitoreo y protección equipos.

La investigación despertará el interés de los estudiantes por la adaptación de nuevas tecnologías que funcionen en sinergia con los elementos de protección del panel para hacerlo más eficiente.

## **1.5. Objetivos del Problema de Investigación.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

Diseñar un panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para disminuir los impactos de las perturbaciones eléctricas en el laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

1. Identificar el sitio de investigación del laboratorio de Electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo

2. Caracterizar los elementos y partes del panel eléctrico con relación al consumo eléctrico en el Laboratorio de Electrónica
3. Diseñar un nuevo panel eléctrico con elementos de protección, control y monitorio para el laboratorio de electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.
4. Evaluar los beneficios técnicos - económico de la propuesta.

### **1.6. Hipótesis.**

El actual trabajo de integración curricular minimizará el número de siniestros por perturbaciones eléctricas durante el periodo de consumo en el panel eléctrico del laboratorio de electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

### **1.7. Metodología de Investigación.**

El enfoque de la investigación es de carácter descriptivo debido a que se irán mencionando a detalle los elementos que conforma el panel eléctrico y las adaptaciones que tendrá para mejorar su eficiencia, robustez y fiabilidad mediante la implementación de nuevas tecnologías proyectadas a la gestión de la energía la cual busca demostrar que mediante el monitoreo y dispositivos electrónicos se puede disminuir y prevenir el número de siniestro y evaluar los parámetros en tiempo real. Por lo cual la metodología maneja el tipo cuantitativo-experimental.

## **CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Historia de los tableros eléctricos.**

Los tableros eléctricos no tienen un origen concreto, si bien es cierto los primeros tableros de distribución fueron orientados a garantizar la seguridad de los equipos, instalaciones y personal que manipula los elementos del área de trabajo. Por lo cual entidades nacionales e internacionales para garantizar la calidad del servicio aplicaron una serie de estándares que tenían que cumplir estos tableros para asegurar la seguridad, robustez y fiabilidad del producto, pasando por ensayos, reportes de pruebas, entre otros hasta llegar a lo que conocemos hoy como tablero de distribución eléctrico (Yévenes, 2018).

Un tablero eléctrico es la sinergia de elementos de protección, distribución y SPAT que protegen al sistema contra problemas externos de la red, cuenta con barras de distribución aisladas que permiten la repartición de energía a los diferentes circuitos con su respectiva protección, cuenta con un SPAT (Sistema de protección puesta a tierra) Para aterrizar las cargas y mandar a tierra cualquier corriente remanente o residual que circule por la red (Gallegos, 2014).

La evolución de la tecnología permitió adaptar nuevo elementos que hicieron más versátil el concepto de un tablero eléctrico, existiendo una subclase conocida como tableros de control tienen su origen en el año 1906 en la era de la revolución industrial, donde las máquinas antiguas fueron cableadas para aplicaciones específicas, en la década de 1920 se introdujeron los

primeros paneles de control que combinan elementos de protección y elementos de mando mediante el accionamiento manual de un operador (Tablero de conexiones, 1956).

## 2.2. Componentes de Tablero de distribución.

Los tableros de distribución son un conjunto de dispositivos, maniobra, comando y medición, señalización que conforman una unidad que tiene como principal función la protección de los sistemas eléctricos y seguridad del personal operativo cuando el sistema esta energizado (Salazar, 2014). A continuación, se describirá las principales partes que conforma un tablero eléctrico como lo muestra la figura 2.1.



Figura 2. 1 Detalle de panel de distribución  
Fuente: Tablicom;2014

### 2.2.1. Gabinete o chasis

Es un elemento cuadrado o rectangular compuesto de un material resistente a la humedad, polvo, temperatura, cuenta con una puerta frontal y bisagras para poder visualizar u operar los elementos de seccionamiento. Su

principal función en la protección de los elementos internos como los Breakers, borneras y elementos internos del tablero.

### **2.2.2. Riel metálico**

Barra metálica sobrepuesta tipo riel para montar elementos de control y protección de manera sistemática y ordenada.



Figura 2. 2. Riel Chanel  
Fuente: Tablicom;2014

### **2.2.3. Canaleta**

Canal plástico tipo ranurado donde pasan cables de fuerza y control para conectarse con los dispositivos bajando por las ranuras de forma pareja y uniforme.



Figura 2. 3. Canaleta Ranurada

#### **2.2.4. Barra colectora**

Es un juego de barras de cobre separadas por una distancia de seguridad, el juego de barras compuestas por Fases, neutro y tierra. Las barras están fijadas al tablero mediante un aislador tipo barra. En la figura 2.4 se puede observar la separación de seguridad entre barras.



Figura 2. 4. Barra colectora trifásica  
Fuente: Sumelec;2020

La figura 2.4. Muestra 3 barras de 1/8 x 3/4" cobre puro para ultra conducción de hasta 206A, la selección de la capacidad de corriente se realiza bajo el criterio para el dimensionamiento de Breakers es decir el 1.25 de la corriente nominal.

#### **2.2.5. Componentes eléctricos**

Son todos aquellos elementos cuya principal función es la seguridad y protección de los circuitos eléctricos, equipos especiales, el tablero de distribución y la seguridad física ante la operación de los usuarios. A continuación se detallaran algunos componentes eléctricos de uso frecuente implementado dentro de los tableros (NEC, 2010).

##### **1. Breakers (Disyuntor)**

2. Contactor
3. Guardamotor
4. Variador
5. Contador de energía
6. Relé
7. Supresor de transiente
8. Supervisor de voltaje
9. Juego de CTs(Transformadores de corriente)
10. Juegos de Pts( Transformador de voltaje)

#### **2.2.6. Componentes electrónicos**

Son todos aquellos elementos que sirven para una función específica dentro de un proceso que forma parte de una acción de un sistema de control, automatismo o instrumentación.

1. Sensores
2. Temporalizadores
3. PLC
4. Tiristores
5. Rectificadores
6. Inversores
7. Borneras
8. Luces piloto
9. Pulsadores

### 2.3. Tableros de fuerza

Un tablero de distribución para elementos de fuerza, son un conjunto de elementos dentro de un gabinete o caja de distribución que alberga los elementos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, cuyo objetivo es cumplir una función determinada dentro de un sistema eléctrico (Guevara, 1990). El ensamblaje o elaboración de un tablero eléctrico requiere cumplir criterios de diseño y acatar normas normativas que garanticen su adecuado funcionamiento una vez energizado, enfocado en la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados dichos tableros. Los equipos de protección y de control, así como los instrumentos de medición, se instalan como parte de un tablero eléctrico, siempre que el sistema requiera una acción específica dentro de su proceso teniendo una referencia de conexión con los elementos de protección (Levy, 2020).



Figura 2. 5 Tablero de distribución principal contraloría general del estado -Guayaquil  
Fuente: Autor; 2023

### **2.3.1. Tipos de tableros eléctricos**

Los tableros de distribución se clasifican de acuerdo a su orden de prioridad, tipo y aplicación, de acuerdo a estas condiciones los tableros reciben las designaciones siguientes:

#### **A. Clase medición**

1. Tablero de medición CI-100
2. Tablero de medición CI-200
3. Tablero de medición CI-20
4. Gabinete de medición con medidor totalizador
5. Tablero de medición para 69KV

#### **B. Clase distribución**

1. Tablero de distribución principal
2. Tablero de distribución secundario
3. Panel de distribución
4. Tablero DC (Cuarto eléctrico Sub Estación)
5. Tablero AC (Cuarto eléctrico Sub Estación)

#### **C. Clase bypass**

1. Tablero bypass (Sistema de respaldo de energía)
2. Tablero TTM (Tablero de transferencia manual)
3. Tablero TTA (Tablero de transferencia automática)

### **2.3.2. Clase de medición**

El tablero de clase medición es aquel que mide los parámetros de energía consumida de forma directa en un predio, que contiene el contador

de energía por donde parte el tablero de distribución principal o sus tableros (NATSIM, 2012). Esta caja o gabinete puede contener además, medios de maniobra, protección y control pertenecientes al circuito de alimentación como lo muestra la figura 2.6.



Figura 2. 6 Elementos de tablero de medición  
Fuente: CNEL EP; 2023

La figura 2.6. Muestra un tablero de medición cuenta con una Tablero galvanizado en caliente con medidas estándar, base socket y terminales para engrapar el medidor, cuenta con un breaker de protección sobrepuesto que se seleccionada segunda la el tipo de medición que el usuario necesite.

#### A. Clase 100

Se utiliza para la medición directa de cargas en baja tensión para cargas con una demanda hasta 15KV y con protección hasta 70A. El modulo es fabricado lamina de policarbonato galvanizado en caliente.

La figura 2.7. muestra el detalle constructivo de un tablero de medición clase 100 donde él modulo es de tipo intemperie este cuenta con un gabinete

de 30 x 40 x 25 Cm con Base socket para exterior y Breaker principal de 2P-70A.

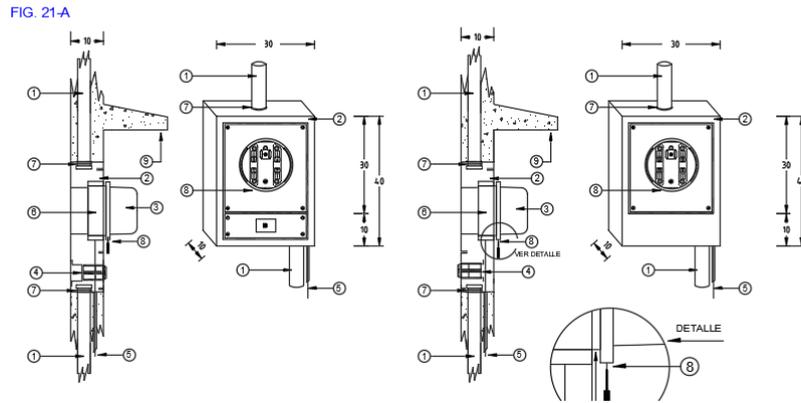


Figura 2. 7. Medidor clase 100  
Fuente: NATSIM; 2212

La figura 2.8 muestra el detalle de un Tablero de medición tipo vitrina normalmente ubicados en el interior un predio este cuenta con un gabinete de 30 x 40 x 25 Cm con tapa, bisagras y una pantalla de vidrio para visualizar datos, cuenta con base socket y breaker de 2P-70A en el interior del gabinete.

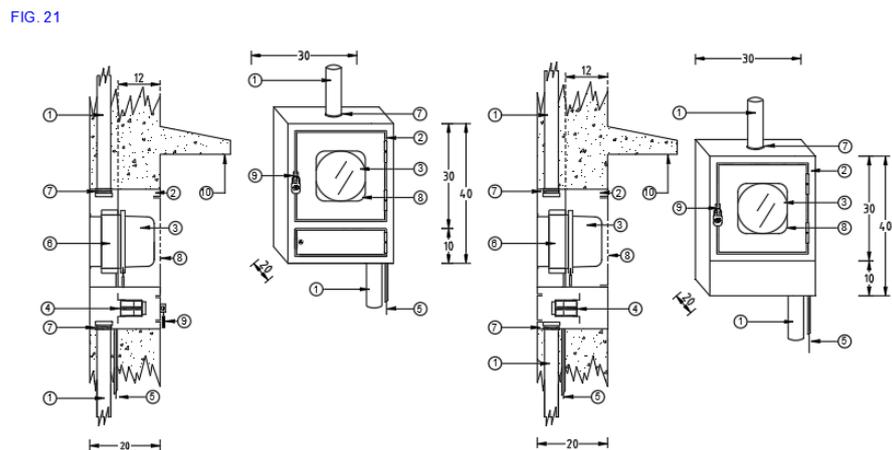


Figura 2. 8. Medidor clase 100 tipo vitrina  
Fuente: NATSIM; 2012



La figura 2.10 muestra un diseño de tablero de medición CL 20 es fabricado lamina de policarbonato galvanizado en caliente con dimensiones de 40 x80x40cm módulo de medición como indica en la figura, Gabinete de 40x80x40cm para juego de CTs, y gabinete de 40x80x40cm para breaker principal tipo caja moldeada, todos estarán sobre un gabinete modular con tapa y visor para toma de datos, Base socket CI-20.

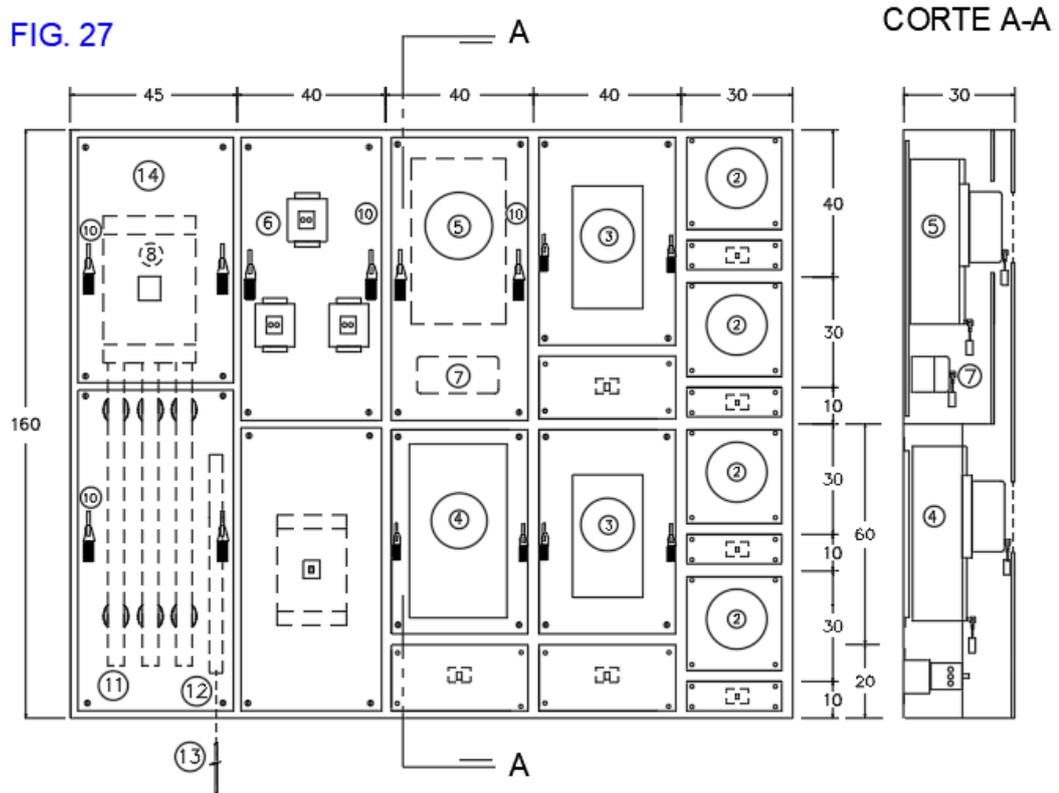


Figura 2. 10. Gabinete con módulo de medición CL-20  
Fuente: NATSIM; 2012

#### D. Gabinete de medidores

Se denomina al conjunto de módulos de medición que comparten un solo cuerpo, estos cuentan con un módulo de medición totalizador que realiza una sumatoria de la energía consumida por cada medidor. Este tablero contiene dispositivos de maniobra, protección y control pertenecientes al circuito de alimentación y a los interruptores principales pertenecientes a la instalación

del inmueble, desde donde parten los circuitos seccionales (Yepez & Zapata, 2010). Los breakers principales se comportan como tableros principales.

### **2.3.3. Clase distribución**

Los tableros de clase distribución se encargan de la protección de los equipos y circuitos eléctricos contra fenómenos eléctricos, impactos directos e indirectos de un rayo, remanentes de señal mediante elementos de corte y desconexión, Supresores, supervisores, entre otros. También protegen a los operarios y personal situado en la zona de trabajo de problemas que se consideren un riesgo (Salazar, Chirogue, Arestegui, & Escobar, 2011).

Para preservar el criterio de un tablero de distribución, este conjunto de elementos debe garantizar robustez, seguridad y fiabilidad a las instalaciones eléctricas, siempre deben contener un elemento de protección para cada elemento que conforme un circuito eléctrico debidamente aterrizado a PAT (Puesta a tierra) (Mazur, 2008). La figura 2.11 muestra la arquitectura de un cuarto de tableros de distribución para motores dedicados a procesos industriales.



Figura 2. 11. Tablero de distribución  
Fuente: Bimbo; 2017

### A. Tablero de distribución principal

El tablero de distribución principal es el primer tablero que se conecta con la red eléctrica. El tablero de distribución principal reparte la carga aguas abajo a los paneles secundarios, se considera dentro de un sistema de protección como el primer filtro de un sistema por tanto las protecciones son mas robustas y de menor tiempo de reacción ante corrientes de corto circuito. La figura 2.12. Muestra un tablero Principal que distribuye la energía a los Breakers que protegerán a los Sub-tableros y paneles.



Figura 2. 12 Tablero de distribución principal  
Fuente: Colegio Torre Molino; 2021

### B. Tablero de distribución

Los tableros de distribución cumplen la función de proteger la carga aguas bajo de algún efecto de remanecía que afecta a la protección principal o circuito individual de alguna carga específica. Conocidos con el prefijo Sub, son aquellos que parte de un tablero de protección principal. Están conformados por un gabinete a medida, Breaker principal (opcional), Barra de distribución, Breakers secundarios y bornera puesta a tierra. La figura 2.13. Muestra el detalle de un tablero en vista frontal.



Figura 2. 13. Tablero distribución secundario  
Fuente: Colegio Torre Molino; 2021

### C. Panel de distribución

El panel de distribución es un derivado de un tablero secundario este se aplica más para uso residencial, comercial o industrial cuya carga conforman circuitos generales y circuitos especiales menos a 70A.

Los paneles de distribución cuentan un gabinete prefabricado adaptado a una medida estandarizada según el número de espacios de breaker tipo enchufarle. La figura 2.14. Muestra un panel de distribución trifásico de 42 espacios con una barra de distribución 3F-225A.



Figura 2. 14. Panel de distribución trifásico 42 espacios  
Fuente: General Electric; 2014

#### D. Tablero AC

Se lo conoce como tablero de protecciones para los circuitos AC que conforman una subestación eléctrica, normalmente estos tableros cuentan con un gabinete metálico galvanizado en caliente con dimensiones de 160 x 80 x 40cm, Breaker principal caja moldeada, Barra de distribución, breakers secundarios, bornera a tierra, elementos de control y medición. La figura 2.15 muestra los elementos que conforman el tablero AC.



Figura 2. 15. Tablero de protección AC Subestación  
Fuente: Tablicom; 2017

### E. Tablero DC

Los tableros DC se utilizan para proteger carga DC, sistemas de comunicación, sistemas de control que enlazan al SCADA (Arquitectura de la comunicación, coordinación y monitoreo), protección para ratificadores, troceadores, inversores en la entrada DC, banco de baterías, entre otros. El tablero está conformado por un gabinete metálico similar al tablero AC, sin embargo las protecciones primarias y secundaria son en DC, al igual que su sistema de control. La figura 2.16 muestra los elementos que conforman el tablero DC.



Figura 2. 16. Tablero de protección DC subestación  
Fuente: Tablicom; 2017

#### **2.3.4. Clase bypass**

La clase bypass se utiliza como tablero de maniobras, para operaciones de emergencia o mantenimiento eléctrico. Este tipo de tablero se caracteriza por tener elementos de seccionamiento que permiten realizar maniobras de corte y desconexión entre la red eléctrica y el equipo de respaldo de energía (UPS/Generador).

Un tablero para ser considerado clase Bypass debe contar con elementos de protección en las fuentes red eléctrica y generador, elementos de seccionamiento que cumplan con los estándares de calidad IEC 60947-3,6 que maniobren en tiempos imperceptibles sin perder la calidad de servicio(Seccionamiento sin cruce por 0) es decir al realizar la maniobra el

elemento hace un cambio tan imperceptible que no afecta la calidad de la red (IEC, 2020).



Figura 2. 17. Tablero Bypass con llave de seccionamiento manual  
Fuente: Socomec; 2020

#### A. Tablero bypass

Tablero usado para maniobras manuales de corte y seccionamiento, cuenta con elementos de protección en las entradas de sus fuentes y salida a la carga. Los tableros bypass se clasifican en sin cruce por 0, aquellos elementos interruptores, seccionadores, fusibles que cumplen con la norma IEC 60947-3 pero no son capaces de realizar una maniobra que supere el lapso de 8 a 20ms. La figura 2.18 muestra una llave de seccionamiento tripolar dentro de un tablero bypass.



Figura 2. 18. Tablero bypass con llave de seccionamiento sin cruce por 0(Syrco VM)  
Fuente: socomec 2020

Existen otros tableros que cuentan con elementos de seccionamientos que maniobran en un lapso menor a 5ms cumpliendo los estándares de la norma IEC 60947-3, 6. La figura 2.19. Muestra una llave de seccionamiento sin cruce por 0 dentro de un tablero bypass.



Figura 2. 19. Tablero bypass con llave de seccionamiento con cruce por 0(Syrco VM1)  
Fuente: socomec 2020

## B. Tablero TTM

Son conocidos como tableros de transferencia manual, se utilizan mas para el mantenimiento y programaciones de corte y desconexión, su transferencia se maneja mediante interruptores clase B motorizados los cuales cumplen la función de protección y corte, cumplen los estándares IEC 60947-3, 6; sin embargo, necesitan el accionamiento manual de un operador para realizar maniobras. La figura 2.20, muestra un tablero de transferencia manual con sus respectivos breakers correspondiente a las fuentes de entradas interconectadas a un juego de barras en común para realizar el cambio de fuente.

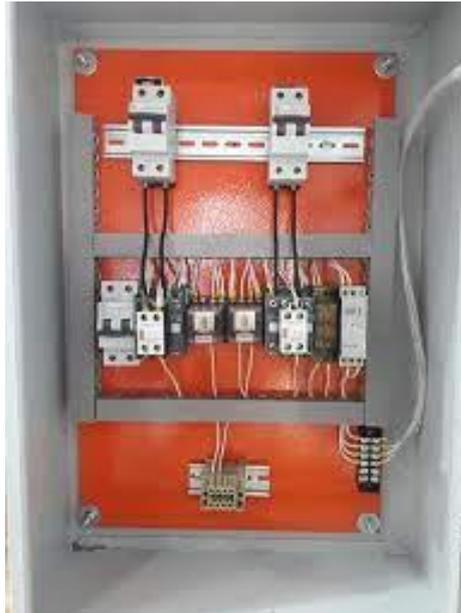


Figura 2. 20. Tablero de transferencia manual con breakers  
Fuente: Camei 2012

### C. Tablero TTA

El tablero de transferencia automática es usado dentro del sistema de respaldo de energía en el momento que detecta la ausencia de energía de la fuente primaria( Red eléctrica) manda una señal de control al mismo tiempo que hace el cambio de posición al seccionador de transferencia, los elementos de control y protección cumplen los estándares IEC 60947-2, 3, 6. El ATS o seccionador de transferencia es un dispositivo embebido que cumple las funciones de un seccionador, sin embargo cuenta con elementos de control, protección y detección para comandar las maniobras sin afectar la calidad de servicio en un tiempo menor a 5ms. La figura 2.21. Muestra un tablero de transferencia automático con un ATS el cual cuenta con 2 fuentes de entrada y su salida conecta con las barras a las cargas de los circuitos de emergencia.



Figura 2. 21. Tablero de transferencia automática con ATYS P  
Fuente: Amper 2018

## 2.4. Grado de protección y criterios de instalación de tableros

### 2.4.1. Grados de protección

Según el tipo de tablero y su grado de protección puede ser ubicado en ambientes interiores o intemperie. El grado de protección IP es basado en la norma internacional IEC 60529 el cual busca la seguridad de los componentes eléctricos, electrónicos, y comunicación, generalmente para uso industrial. Las figuras 2.22. y 2.23. Muestran cómo se conforma y el significado de cada prefijo y sufijo.

→ Ingress Protection (protección de ingreso)

TABLA DE PROTECCION ANTE SOLIDOS	GRADO IP	TABLA DE PROTECCION ANTE LIQUIDOS
SIN PROTECCION	0	SIN PROTECCION
PROTECCION ANTE OBJETOS CON DIAMETRO SUPERIOR A 50 MM	1	PROTECCION ANTE GOTEADO VERTICAL
PROTECCION ANTE OBJETOS CON DIAMETRO SUPERIOR A 12 MM	2	PROTECCION ANTE GOTEADO CON UNA INCLINACION DE 15 GRADOS
PROTECCION ANTE OBJETOS CON DIAMETRO SUPERIOR A 2.5 MM	3	PROTECCION ANTE PULVERIZACION
PROTECCION ANTE OBJETOS CON DIAMETRO SUPERIOR A 1 MM	4	PROTECCION ANTE SALPICADURAS
PROTECCION ANTE EL POLVO	5	PROTECCION ANTE CHORROS DE AGUA
TOTALMENTE ESTANCO ANTE EL POLVO	6	PROTECCION ANTE CHORROS CONTINUOS DE AGUA
	7	PROTECCION ANTE INMERSIONES TEMPORALES
	8	PROTECCION ANTE INMERSIONES PERMANENTES

**TABLA DE PROTECCION IP**

Figura 2. 222. Grado de protección IP  
Fuente: CMATIC; 2014

Primera cifra	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
Segunda cifra	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas, cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una indicación de la profundidad máxima de inmersión en metros
NOTA: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tienen símbolo para su representación.			

Figura 2. 233. Grado de protección IP (Nivel de protección)  
Fuente: INGEMETICA; 2014

#### 2.4.2. Criterios de instalación de tablero

Los tableros de distribución deberán contar con un espacio libre y de fácil acceso para su instalación, El cuarto eléctrico debería tener una iluminación adecuada hasta 200lx (Luxes). El cuarto eléctrico deberá tener mínimo 1 punto de tomacorriente para uso general. El tablero eléctrico deberá tener planos impresos que detallen el diagrama unifilar y elementos constructivos, las protecciones deberán estar debidamente etiquetadas con un detalle del circuito que alimenta (Miller, 2020).. El tablero o panel de distribución podrá ser instalado en monolito en caso de ser a intemperie, sobre el nivel de piso sobrepuesto, a 1.5 metros del nivel de piso para paneles y centro de carga.

## 2.5. Control y automatización

La automatización utiliza un conjunto de sistemas: control, instrumentación, medición, monitoreo y otras tecnologías que permitan minimizar la intervención de operarios dentro de un proceso. La adaptación de la automatización dentro de procesos industriales ha demostrado a lo largo de los años una mayor producción directamente proporcional a la eficiencia de los sistemas. La industria entro en una era de la mejora continúa adaptando una sinergia de procesos que minimicen el tiempo de respuesta, evalúe y controle sistemas eléctricos, alerte ante posibles riesgos que afecten directa o indirectamente a la carga, etc., Complementando con la asistencia humana para el cambio y la gestión en la corrección de problemas (Garcia, 2018).



Figura 2. 244. Automatización de procesos industriales  
Fuente: SENEPAR; 2017

### 2.5.1. Sistemas de automatización para tableros de distribución

La automatización en tableros de distribución integra el principio de gestión de la energía, la cual busca poder entregar una energía confiable a

las cargas, evaluar variables de entrada, salida y alertar comportamientos anormales en el sistema mediante un microcontrolador.

### A. Sistema de monitoreo

Son sistemas que se encargan de supervisar, monitorear y controlar el comportamiento de las redes eléctricas. Se incorporan mediante un sistema de medición con topología de comunicación por medio de la nube (ICLOUD). Estos realizan un registro cada 15 minutos y comparan el comportamiento inicial y final analizando el nivel THDv y THDi (Comportamiento de armónicos en la red). La figura 2.25. Muestra un detalle de las variables que mide el equipo Sinergy, analizando el comportamiento de voltaje, corriente, eficiencia en las cargas y la red de entrada.

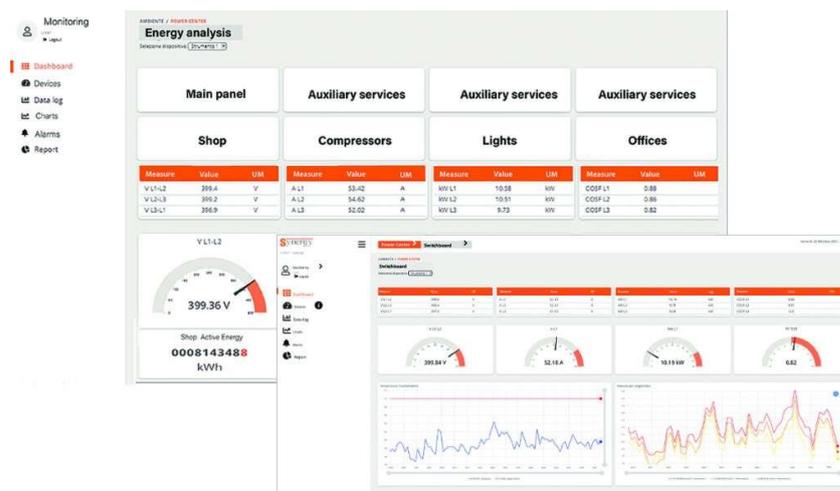
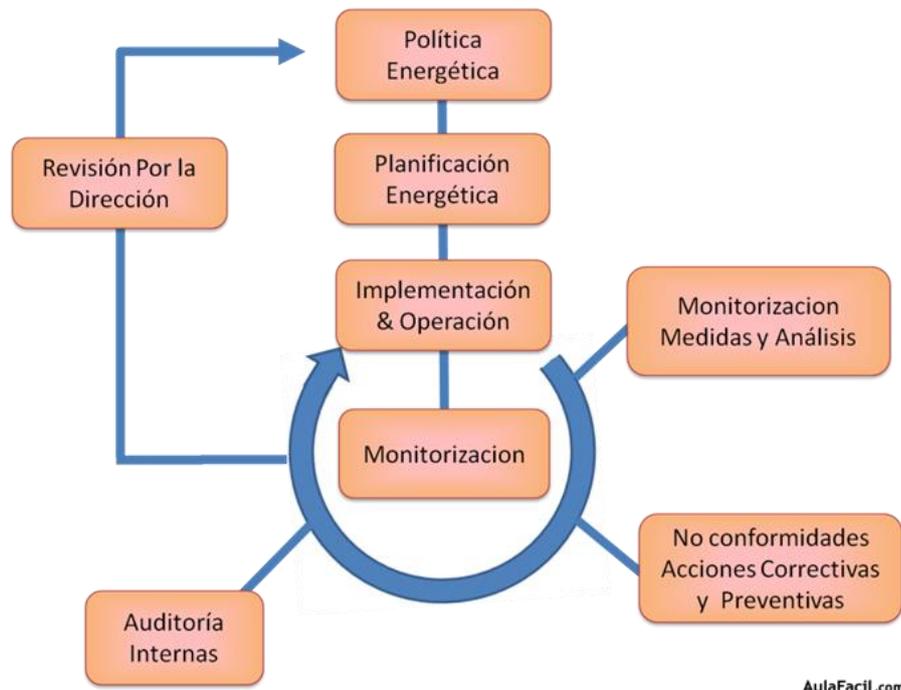


Figura 2. 255. Análisis de variables medidas por Sinergy Cloud  
Fuente: Lovato; 2020

### B. Sistema gestor de la energía

Los sistemas de gestor de energía dentro de un tablero eléctrico engloban una sinergia de procesos con la finalidad de supervisar, censar y mandar una señal de alarma o des energizar un equipo en caso de perturbaciones en la red eléctrica, aumento drástico de temperatura, mal

funcionamiento de los equipos. Etc. La figura 2.26. Muestra un esquema del proceso de gestión de la energía.



AulaFacil.com

Figura 2. 266. Sistema de gestión de la energía  
Fuente: Aulafacil; 2018

## **CAPITULO 3: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN**

### **3.1. Análisis de la información**

El capítulo 3 tiene como objeto analizar y evaluar la información adquirida sobre el panel de distribución del laboratorio de Electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Mediante el levantamiento de información se evaluará, ubicación, disposición del panel, estado del panel, temperatura del panel, así como el estudio de factibilidad de carga, entre otros. Este capítulo estará soportando los siguientes documentos:

1. Documentación fotográfica
2. Diagrama unifilar
3. Ubicación georreferenciada

### **3.2. Descripción de la zona**

La Universidad Católica tiene como principal objetivo la enseñanza y formación de personal capacitado para enfrentar la demanda laboral en sus diferentes asignaturas. Por tanto, todas sus facultades cuentan con un sistema eléctrico que se adapta a las necesidades de cada infraestructura. La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo Cuenta con carreras Técnicas en las ramas de electricidad, electrónica y automatización, Telecomunicaciones, agronomía y veterinaria. Los Laboratorios cuentan con su propio tablero y/o panel de distribución independiente por cada especialidad. El laboratorio de electrónica se encuentra ubicado en el ala izquierda cercana a las aulas dedicadas para las carreras de ingenierías y tecnologías. Sus coordenadas son 2°10'58''S 79°54'11''W a una elevación de 19 metros sobre el nivel de mar como se muestra en la figura 3.2.

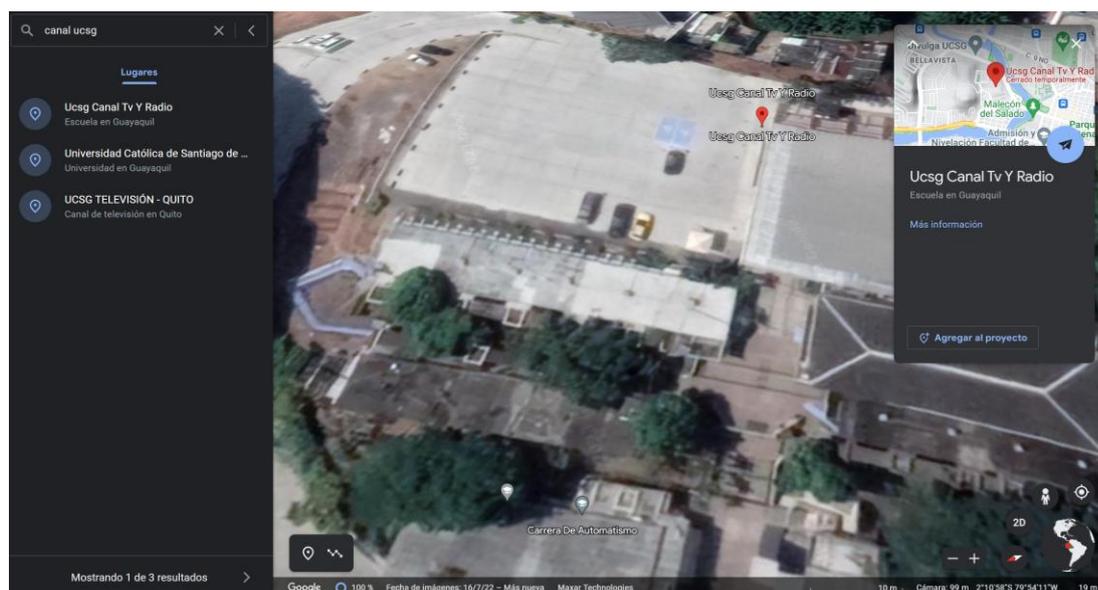


Figura 3. 1 Ubicación Georreferenciada del laboratorio de electrónica  
Fuente: Google Earth

Tabla 3. 1. Ubicación del predio

Provincia	Cantón	Avenida	Intersección
Guayas	Guayaquil	Carlos Julio Arosemena	Vía Daule
Coordenadas			
GSM		Latitud	Longitud
		2°10'58''S	79°54'11''W

Fuente: Autor

### 3.3. Actividades del establecimiento

El Laboratorio de electrónica es utilizado para realizar prácticas preprofesionales de los circuitos electrónicos, evaluar su comportamiento, aplicaciones, y aportaciones de las asignaturas de electrónica Digital, electrónica de potencia, microcontroladores, etc. Para ello el laboratorio cuenta con una red eléctrica trifásica y un Tablero dedicado para entregar fuente de energía AC/ DC entre otras.

### 3.4. Sistema eléctrico

Las redes eléctricas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo son en Baja tensión Trifásica con una capacidad instalada de 3X100KVA, y Voltajes de 220V de línea a línea 127V de línea a neutro. La cual alimenta a un TDP con terna 2(3X350MCM+N#350MCM+T#2/0) Superflex 1KV. El TDP distribuye la carga a los Tableros y paneles en las aulas y laboratorios de las diferentes asignaturas. El panel de distribución del laboratorio de electrónica tiene una demanda promedio de 48KVA 3F-220V.

#### 3.2.1. Disposición de panel de distribución

Existen dos paneles de distribución dentro del laboratorio de electrónica ubicada en el lado izquierdo cercano a la computadora del Docente, Se encuentran empotrados a 1.5 metros sobre el nivel de piso. Como lo muestra la figura 3.2.



Figura 3. 2. Disposición de Paneles Laboratorio de electrónica  
Fuente: Autor

La figura 3.2 Evidencia algunas inconsistencias en la disposición de los tableros, Según NEC(National Electrical Code) los tableros de distribución deben estar protegidos con un dispositivo loto, o un letrero indicando riesgo eléctrico, la canalización de entrada a uno de los paneles se realiza por medio de canaleta dexson, cuando la norma indica que todo tablero empotrado debería tener su propia canalización por tubería EMT o PVC acorde al número de conductores de la acometida hacia el panel, se visualiza que una de las salidas del panel deriva hacia el lado izquierdo por canaleta, esta debería tener tubería EMT o PVC y en curvas utilizar codo o caja cuadrada 5x5”.

A continuación, se evaluará el estado de las acometidas, disyuntores, alimentadoras, etc. La figura 3.3. Muestra el estado actual de las instalaciones eléctricas a los circuitos que componen el laboratorio de electrónica.

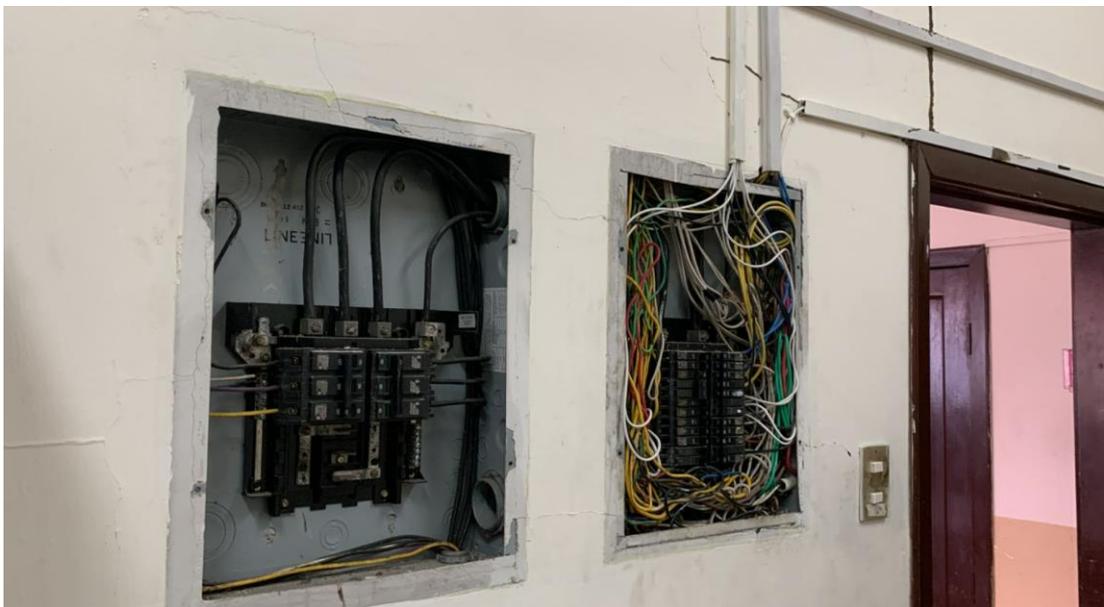


Figura 3. 3. Acometidas y componentes de paneles de distribución  
Fuente: Autor

De Acuerdo a la figura 3.3. se puede apreciar que ambos tableros tienen una acometida trifásica con neutro aterrizado, El tablero del lado izquierdo cuenta con Breakers de 3P-30A y 3P-40A. El tablero del lado derecho cuenta

con una acometida de 3#2+N#6 Superflex 1KV; Cuenta con 24 circuitos monofásicos, Bifásicos y trifásicos. Sin embargo, los alimentadores de los circuitos no se encuentran etiquetados, se evidencia un desorden en la distribución de los alimentadores, La norma exige que los alimentadores cuenten con una reserva y se encuentren peinados en forma de escuadra simétrica hasta llegar a la protección, Se evidencia breakers con terminales sulfatados y otros en mal estado. De acuerdo al análisis visual el condominio de conductores puede generar punto caliente que afecta de manera directa a la eficiencia del panel y a la seguridad siendo un riesgo para el operador y para los circuitos eléctricos.

## CAPÍTULO 4: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL NUEVO DISEÑO

### 4.1. Generalidades

El laboratorio de electrónica cuenta con dos paneles de distribución, el primero de ellos es un panel de 6 x 12 espacios trifásico cuya etiqueta indica P1-P07 con tensión 3F-240V, el panel número dos de 12 x 24 espacios con etiqueta P1-P08 dispone de un sistema monofásico de 3 hilos con tensión 2F-240V.

### 4.2. Bitácora del equipo

Como parte del levantamiento de información se realizó un check list para evaluar las condiciones actuales de los paneles ubicados en el laboratorio de electrónica como lo muestran las figuras 4.1 y 4.2.

EVALUACION DEL SISTEMA ELECTRICO EN PANELES, TABLEROS, SUB-TABLEROS										
DATOS GENERALES										
Empresa		UCSG			Supervisor Encargado:		Ing. Karla Rodriguez			
Area		LABORATORIO ELECTRONICA			Ubicación:		Facultad Técnica			
Dimensiones del Panel/Sub-panel/Tablero		PANEL 12x24			Técnico Encargado:		CARLOS GARCIA			
TABLEROS ELECTRICOS										
Nº	VERIFICACION	SI	NO	OBSERVACIONES						
1	Cuenta con señalización de seguridad de riesgo eléctrico en la tapa o alrededor del tablero		✓							
2	El gabinete es del material adecuado al ambiente donde se encuentra.	✓								
3	Cuenta con un directorio de circuitos impreso en la tapa o adjunto a ella		✓							
4	Cuenta con mandil.		✓							
5	Los disyuntores corresponden a la capacidad de corriente de los conductores que protegen.	✓								
6	Los disyuntores se encuentra con temperatura menor a 30C°	✓								
7	Cuenta con barra de tierra y está conectado a tierra.		✓							
8	Disyuntores en buen estado	✓		ALGUNOS DAÑADOS						
9	Bornes, terminales, aisladores de disyuntores en buen estado		✓	OXIDADAS						
10	Existe suficiente espacio alrededor del tablero con el objeto de permitir una rápida y segura manipulación y mantenimiento.		✓							
11	Al interior del tablero, todos y cada uno de los interruptores están debidamente identificados.		✓							
12	Medición de parámetros en FNT	CALIBRE DEL CABLE					VOLTAJE DE LINEAS			
		L1	L2	L3	N	T	L1+N	L2+N	L3+N	N+T
		#2	#2	-	#6	#3	123.8	124.3	-	54.46
12	Medición de parámetros en FNT	AMPERAJE			VOLTAJE ENTRE LINEAS					
		L1	L2	N	L1-L2	L2-L3	L1-L3			
		0.8A	2A	0.01A			219.9	-	-	
NOVEDADES:										

Figura 4. 1. Check list de panel de distribución 12 x 24 espacios  
Fuente: Autor

EVALUACION DEL SISTEMA ELECTRICO EN PANELES, TABLEROS, SUB-TABLEROS										Fecha	
DATOS GENERALES										17/07/23	
Empresa	UCSG									Supervisor Encargado:	Joy. Paulo Rodriguez
Area	LABORATORIO ELECTRONICA									Ubicacion:	Facultad Tecnica
Dimensiones del Panel/Sub-panel/Tablero	PANEL 6x12									Tecnico Encargado:	Carlos Gomez
TABLEROS ELECTRICOS											
N°	VERIFICACION	SI		NO		OBSERVACIONES					
1	Cuenta con señalización de seguridad de riesgo eléctrico en la tapa o alrededor del tablero										
2	El gabinete es del material adecuado al ambiente donde se encuentra.										
3	Cuenta con un directorio de circuitos impreso en la tapa o adjunto a ella										
4	Cuenta con mandal.										
5	Los disyuntores corresponden a la capacidad de corriente de los conductores que protegen.										
6	Los disyuntores se encuentra con temperatura menor a 30C°										
7	Cuenta con barra de tierra y esta conectado a tierra.										
8	Disyuntores en buen estado										
9	Bornes, terminales, aisladores de disyuntores en buen estado										OXIDADOS.
10	Existe suficiente espacio alrededor del tablero con el objeto de permitir una rápida y segura manipulación y mantenimiento										
11	Al interior del tablero, todos y cada uno de los interruptores están debidamente identificados.										
12	Medicion de parametros en FINT	CALIBRE DEL CABLE					VOLTAJE DE LINEAS				
		L1	L2	L3	N	T	L1+N	L2+N	L3+N	N+T	
		#2	#2	#2	#6	-	123.3	125.2	125.5	54.46v	
12	Medicion de parametros en FINT	AMPERAJE				VOLTAJE ENTRE LINEAS					
		L1	L2	L3	N	L1-L2	L2-L3	L1-L3			
		0A	0A	0A	0A	217.7	215.0	214.5			
NOVEDADES:											

Figura 4. 2. Check list panel de distribución 6 x 12 Espacios  
Fuente: Autor

Las figuras 4.1. y 4.2. muestran que ambos tableros no cumplen con la normativa de señalética de seguridad de uso eléctrico, no cuenta con circuitos etiquetados ni plano de diagrama unifilar de las cargas existentes, no cuentan con barra puesta a tierra es decir su sistema es neutro aterrizado desde el TDP. Las protecciones como disyuntores se encuentran oxidados.

### 4.3. Análisis de cargas

Se detallará los elementos internos como disyuntores y acometidas eléctricas que forman parte de los paneles 6x12 Espacios y 12 x24 Espacios con la finalidad de evaluar si las protecciones o acometidas de fuerza están sobredimensionadas, A continuación, la figura 4.3. y 4.4. detalla el calibre de la acometida principal de ambos paneles las cuales están

sobredimensionados, pero dentro de los parámetros aceptables, los breakers se encuentran dimensionados acorde a la capacidad de la acometida, sin embargo no hay detalle del circuito que este alimenta.

UBICACIÓN: técnica bloque 300 hab ab electronica													
PANEL/TABLERO: P1-POB - 12-24 Espacios				Cable de Alimentación		Calibre		TOMA DE AMPERAJE		TOMA DE VOLTAJES			
Puesta a tierra: Si tiene tierra				Fase A		2#4		L1:		L1+N:			
Identificación de circuitos: Si - Compañías del Aveca.				Fase B		2#4		L2:		L2+N:			
				Fase C		2#6		L3:		L3+N:			
				Neutro		1#8		N:		L1+L2:		L1+L3:	
				Tierra				T:		L2+L3:		N+T:	
DESCRIPCION	CABLE	BREAKER	Posicion A-B-C	CELDA	CELDA	Posicion A-B-C	BREAKER	CABLE	DESCRIPCION				
	#12	1P-20A		1	2		1P-20A	2#12					
	2#12	1P-20A		3	4		1P-20A	#12					
	#12	1P-20A		5	6		1P-20A	#12					
	#10	2P-30A		7	8		2P-30A	#10					
	#10	2P-30A		9	10		2P-30A	#10					
	#10	2P-30A		11	12		1P-20A	#12					
	#10	2P-30A		13	14		1P-20A	#12					
	#10	2P-30A		15	16		2P-30A	#10					
	#10	2P-30A		17	18		2P-30A	#10					
	#12	1P-20A		19	20		1P-20A	#12					
	#12	1P-20A		21	22		1P-20A	#12					
	#12	1P-20A		23	24		1P-20A	#12					
				25	26								
				27	28								
				29	30								

Figura 4. 3. Detalle de protecciones Panel 12 x 24 Espacios  
Fuente: Autor

UBICACIÓN: técnica hab ab electronica													
PANEL/TABLERO: P1-POB H 6-12 trifase				Cable de Alimentación		Calibre		TOMA DE AMPERAJE		TOMA DE VOLTAJES			
Puesta a tierra: No				Fase A		#12		L1:		L1+N:			
Identificación de circuitos: No				Fase B		#12		L2:		L2+N:			
				Fase C		#12		L3:		L3+N:			
				Neutro		#6		N:		L1+L2:		L1+L3:	
				Tierra				T:		L2+L3:		N+T:	
DESCRIPCION	CABLE	BREAKER	Posicion A-B-C	CELDA	CELDA	Posicion A-B-C	BREAKER	CABLE	DESCRIPCION				
	#10		A	1	2	A		#10					
	#10	3P-30A	B	3	4	B	3P-40A	#10					
	#10		C	5	6	C		#10					
			A	7	8	A					CiSe		
			B	9	10	B					CiSe		
			C	11	12	C					CiSe		
				13	14								
				15	16								
				17	18								

Figura 4. 4. Detalle de protecciones Panel 6 x 12 Espacios  
Fuente: Autor

#### 4.4. Mediciones eléctricas

Se procedió a tomar muestras de los parámetros de voltaje y corriente a los paneles considerando condiciones a plena carga para evaluar su capacidad instalada como se muestra en la figura 4.5. y 4.6.

Mediciones Electricas Acometida principal Panel		
Nombre: Panel 12 x 24 Esp 2F-240V		
		
Voltaje de Linea a Linea	Voltaje Fase 1 + Neutro	Voltaje Fase 2 + Neutro
		
	Amperaje Linea 1	Amperaje Linea 2

Figura 4. 5. Mediciones eléctricas Panel 12 x 24 Espacios  
Fuente: Autor

Mediciones Electricas Acometida principal Panel		
Nombre: Panel 6 x 12 Esp 3F-240V		
		
Voltaje de L1 - L2	Voltaje de L1 - L3	Voltaje de L2 - L3
		
Voltaje Fase 1 + Neutro	Voltaje Fase 2 + Neutro	Voltaje Fase 3 + Neutro
		
Amperaje Linea 1	Amperaje Linea 2	Amperaje Linea 3

Figura 4. 6. Mediciones de panel 6 x 12 Espacios  
Fuente: Autor

Podemos apreciar en la figura 4.5 que el panel de 6 x 12 especies cuenta con voltajes de línea a línea de 240V y voltaje de fase de 123V, corriente de línea 1 de 29.8A y corriente en la línea 2 de 25.9A. mientras la figura 4.6. muestra las mediciones del panel 6 x 12 Espacios cuenta con voltaje de línea 1 a línea 2 de 216V, de línea 1 a línea 3 tensión de 212V y de línea 2 a línea 3 tensión de 213V, Voltajes de fase 1 + N: 123V, Voltajes de fase 2 + N: 122Vy Voltajes de fase 3 + N: 123V. Finalmente corriente de línea 1, 2 y 3 de 0 Amperios, pese a tener los equipos prendidos se observó que la carga de los circuitos del laboratorio de electrónica son para el panel 12 x 24 Espacios.

#### 4.5. Análisis Termográfico

Se procedió a evaluar si los elementos internos de los paneles mostraban puntos calientes o algún problema térmico en las acometidas para ellos se utilizó una cámara termográfica marca NOYAFa modelo NF521. A continuación, las figuras 4.7. y 4.8. muestran el estado térmico de los elementos que conforman los paneles.



Figura 4. 7. Análisis termográfico Panel 6 x12 Espacios  
Fuente: Autor

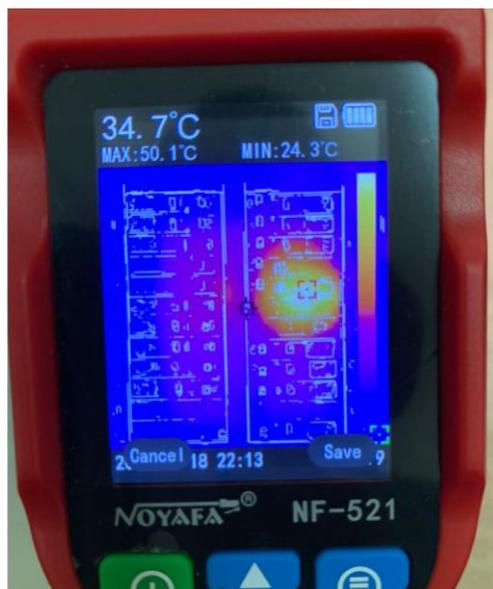


Figura 4. 8. Análisis termográfico Panel 12 x 24 Espacios  
Fuente: Autor

La figura 4.7. muestra el comportamiento térmico de los disyuntores y acometidas del panel 6 x 12 espacios donde no se encuentra presencia de punto caliente y los elementos de fuerza están operando a una temperatura de 25.7°C. La figura 4.8. muestra el comportamiento del panel 12 x 24 espacios donde en los breakers 2P-30Ay 1P-20A se evidencia una temperatura anormal de 34.7°C lo que corresponde a un punto caliente, físicamente está relacionado al desgaste de los breakers.

#### **4.6. Disposición de circuitos**

Se detallan los circuitos existentes que conforman parte de las instalaciones del laboratorio de electrónica como se muestra en la figura 4.9.

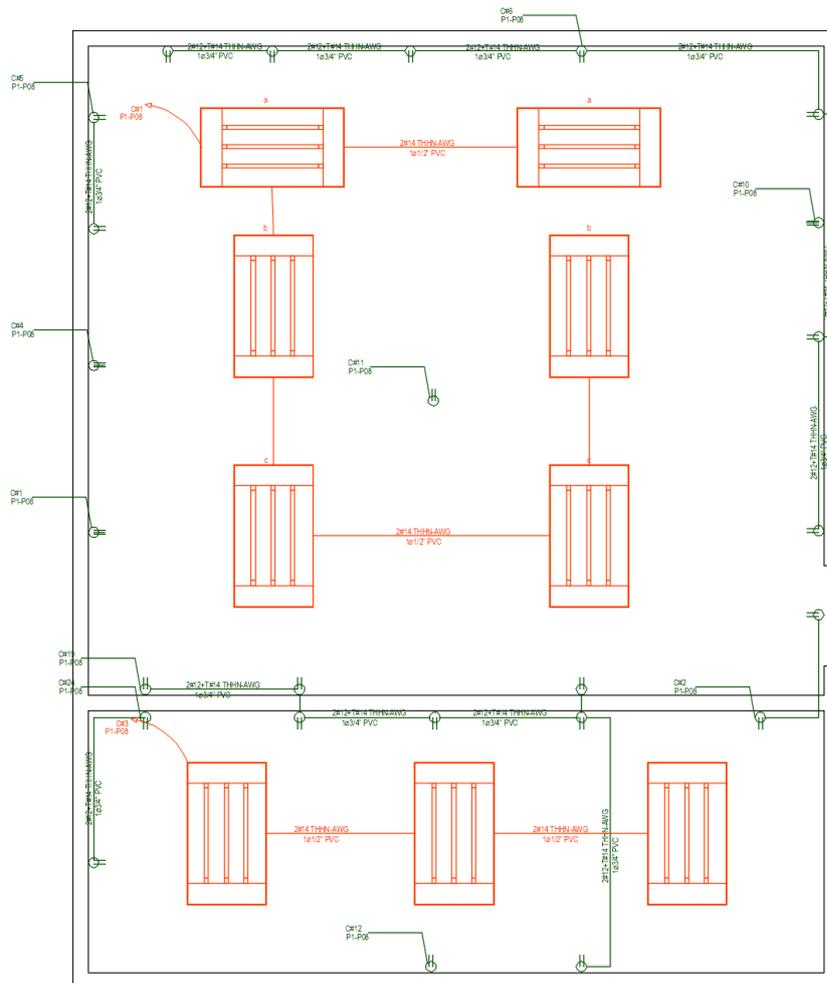


Figura 4. 9. Levantamiento de circuitos eléctricos Laboratorio de Electrónica  
Fuente: Autor

La figura 4.9. Evidencia que los puntos de tomacorriente e iluminación corresponden en su gran mayoría al panel de 12 x 24 Espacios que denominamos P1-P08.

#### 4.7. Diagrama unifilar

Para finalizar este capítulo se elaboró un diagrama unifilar de acuerdo con la disposición de disyuntores que encontramos en los paneles como lo muestran las figuras 4.10 y 4.11.

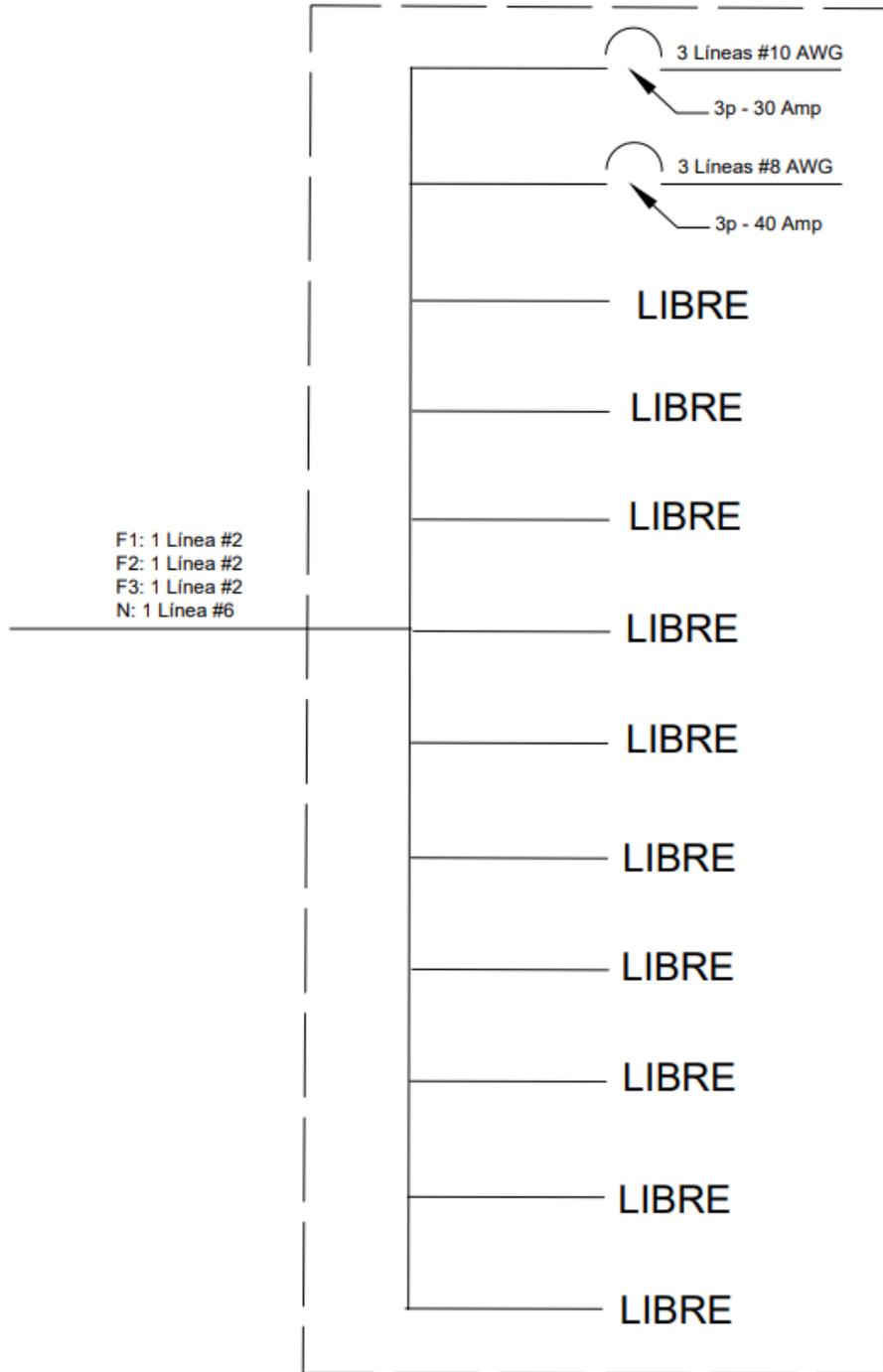


Figura 4. 10. Diagrama unifilar Panel 6x12 Espacios P1-P07  
Fuente: Autor

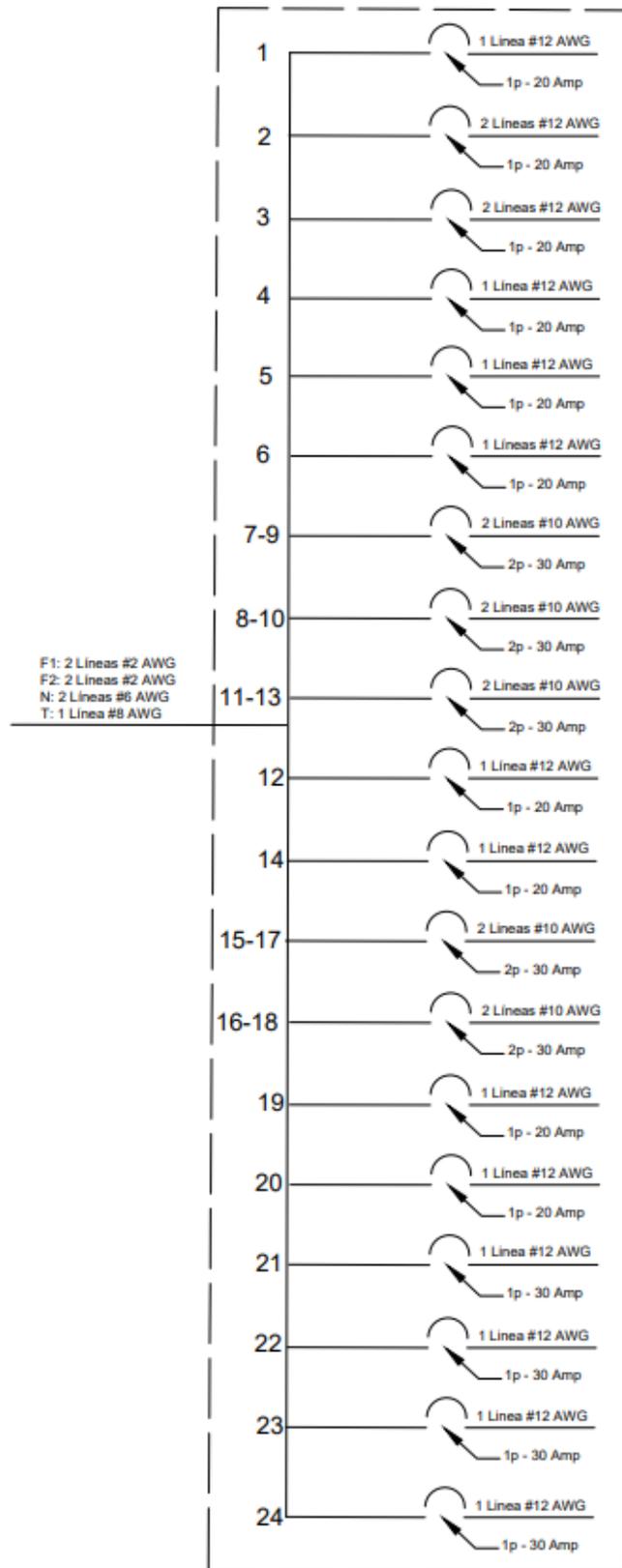


Figura 4. 11. Diagrama unifilar Panel 12x24 Espacios P1-P08  
Fuente: Autor

La Facultad de Educación Técnica para el desarrollo no dispone de planos o detalles de los tableros existentes se realizó un diagrama unifilar en autocad, donde se evidencia que las acometidas a los paneles están sobredimensionadas sin embargo esto no afecta la distribución de energía.

## **CAPÍTULO 5: DISEÑO ELÉCTRICO**

### **5.1. Datos generales**

Después de analizar la información recopilada en los capítulos 3 y 4 donde se apreció que el panel P1-P08 es quien distribuye la energía eléctrica a los circuitos del laboratorio de electrónica con una demanda de 6.10KVA con nivel de voltaje 2F-240V. El Capítulo V propone el diseño de un Tablero de distribución que cuente con las siguientes características: Robustez, fiabilidad, supervisión y monitoreo. Para ello se pretende adaptar al diseño los siguientes componentes eléctricos y electrónicos:

- Sistema de monitoreo en tiempo real
- Breaker principal tipo caja moldeada
- Breakers secundarios tipo riel din
- Barra a tierra
- Supresor de voltaje tipo II + III
- Tablero

### **5.2. Diseño de Tablero de distribución**

El panel de distribución con nomenclatura P1-P08, fue rediseñado cumpliendo las normas eléctricas para la construcción de tableros y elementos de corte y seccionamiento. Por tal motivo el diseño corrige las falencias de la disposición de elementos de protección, implementa protecciones adicionales contra perturbaciones de voltaje y una barra a tierra para que cada circuito descargue algún excedente de corriente por

tierra común. A continuación, la figura 5.1. presenta diseño eléctrico de tablero TD-LAB.E 2F-240V.

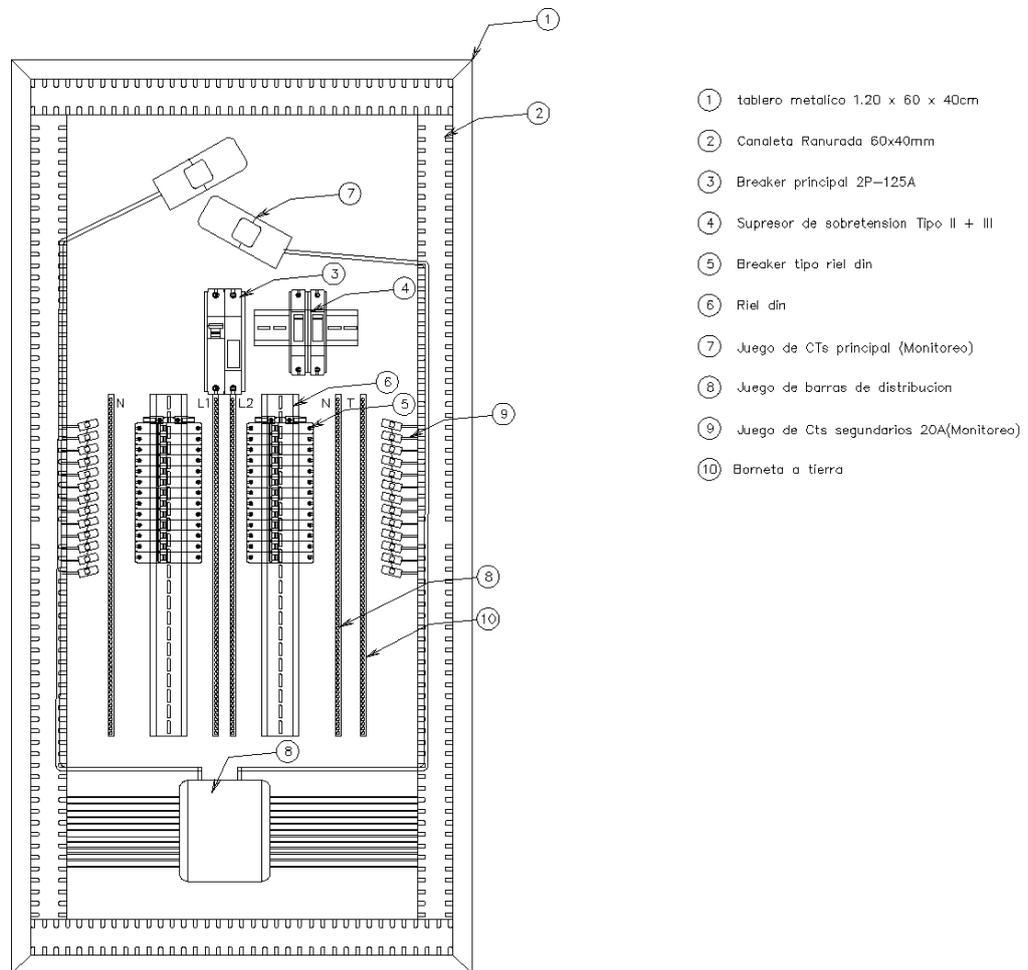


Figura 5. 1 Diseño de tablero TD-Lab E  
Fuente: Autor

### 5.3. Descripción de los componentes

#### 5.3.1. Sistema de monitoreo en tiempo real

El sistema de supervisión y monitoreo está compuesto por dos elementos el primero es un juego de transformadores de corriente de clase medición y el segundo es un monitor de energía que cumple las funciones de concentrador de señales integral y traspaso de información a interfaz virtual mediante red wifi (Roman & Gavilanes, 2022). El conjunto de componentes

conforma el sistema, el equipo y componentes son de la Marca Emporia energy (Emporia, 2016).

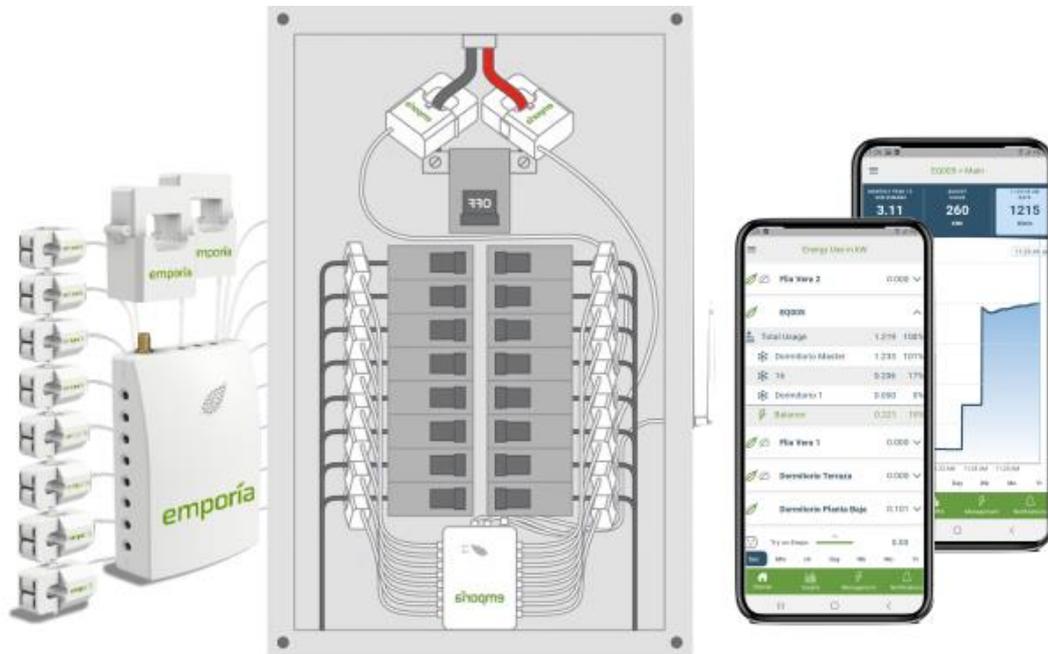


Figura 5. 2. Sistema de monitoreo en tiempo real  
Fuente: (Emporia, 2022)

La figura 5.2. muestra un juego de CT(Transformador de corriente) conectado a la acometida principal antes de conectar con el breaker principal, y un kit de CT en cada una de las líneas de fuerza que salen a los circuitos eléctricos. El sistema Emporia dentro del diseño del nuevo tablero cuenta con las siguientes componentes:

- Cts principales de 200A
- Monitor Emporia Vue Gen2
- Cts secundarios de 50A

Además, cuenta con una plataforma virtual que permite el monitoreo en tiempo real de los parámetros de corriente de los circuitos.

### 5.3.2. Breaker principal tipo caja moldeada

La protección principal estará conformada por un Breaker tipo caja moldeada 2P-125A. La finalidad es proteger al tablero de perturbaciones de voltaje y en conjunto con un supresor de sobretensión para descargar remanentes a SPAT (Sistema puesta a tierra). El Breaker a utilizar ese tipo Caja moldeada marca Schneider Electric modelo EASYPACT como lo muestra la figura 5.3.



Figura 5. 3. Breaker tipo caja moldeada  
Fuente: (Schneider, 2010)

### 5.3.3. Breaker principal tipo riel din

Los circuitos eléctricos estarán protegidos mediante breaker tipo Riel, se utiliza este tipo de protecciones por su fácil maniobrabilidad y fácil montaje en gabinetes y tableros, el número de polos y capacidad en amperios dependerá de la demanda de cada circuito como lo vimos en el capítulo IV. Se utilizará breaker tipo riel marca Schneider modelo EZ como lo muestra la figura 5.4.



Figura 5. 4. Breaker tipo riel din  
Fuente: (Schneider, 2010)

#### **5.3.4. Bornera puesta a tierra**

La construcción de este tablero maneja una bornera puesta a tierra con aislador tipo barra. La finalidad es que todos los circuitos descarguen a una tierra común la cual está en conjunto con el supresor.

#### **5.3.5. Principio de protección escalonada Supresor de sobretensión**

La protección escalonada consiste en la protección total del sistema de baja tensión, este sistema de protección integra al sistema puesta a tierra, la protección contra descargas atmosféricas y protección contra perturbaciones de en la red que influyen en las variaciones de tensión, de acuerdo a la normativa EN/IEC 61643-11, clasifica el tipo de protección de acuerdo a al tipo de protección para tensiones hasta 1kV (IEC, 2011).

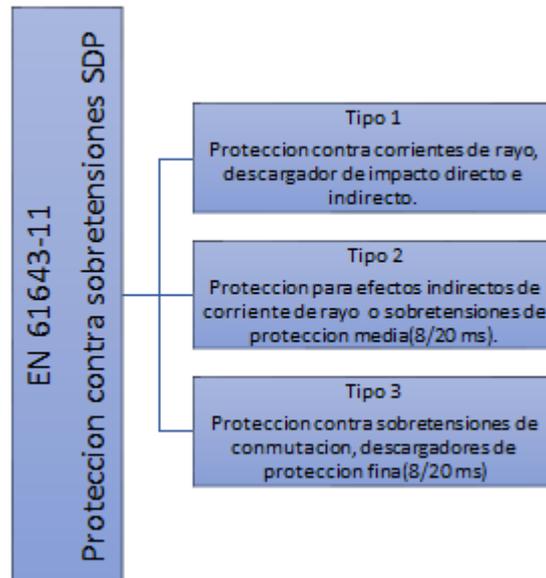


Figura 5. 5. Clasificación de protecciones contra sobre tensión  
Fuente: (Dehn, 2014)

Se detalla el principio de cada SDP, según su aplicación, ubicación y se los clasifica de la siguiente manera:

Las protecciones tipo 1: son capaces de soportar la mayor parte de las corrientes de rayo. Estos dispositivos se instalan en la parte inicial de la acometida de baja tensión. El residual de corriente o perturbaciones eléctricas los protege los SPD tipo 2 (Dehn, 2019).

Las protecciones tipo 2: Están destinado a la protección de las instalaciones eléctricas, instalado en paralelo al disyuntor principal, protege a los equipos y las instalaciones del impacto indirecto del rayo y las sobretensiones.

Las protecciones tipo 3: tienen como objeto la protección de los equipos finales estos son considerados como equipos críticos tales como equipos de telecomunicaciones, sistemas CCTV, dispositivos electrónicos

a) Supresor de voltaje

El nuevo panel contendrá un supresor de sobretensión marca Dehn modelo 952084, esta protección es considerada según la norma europea tipo II + tipo III para proteger circuitos eléctricos y componentes electrónicos o carga sensible su voltaje nominal es a 230V y soporta una tnesion máxima de 385V, soporta corrientes de cortocircuito en un tiempo de 8 a 20mili segundos. La figura 5.6. muestra las especificaciones del supresor.

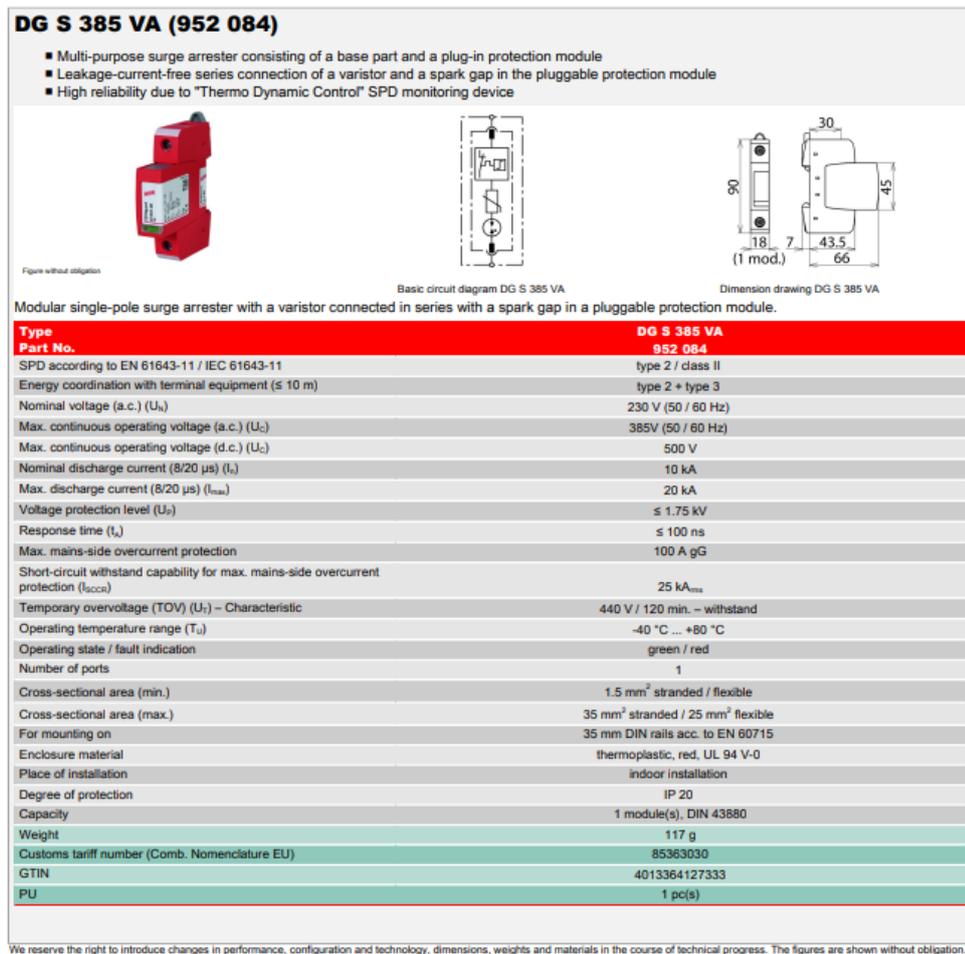


Figura 5. 6. Detalle supresor tipo II + III(952084)  
Fuente: (Dehn, 2014)

### 5.3.6. Tablero

Como parte final el panel fue cambiado por tablero metálico galvanizado en caliente con dimensiones 120 x 60 x 40cm. La marca del tablero es Beaucoup modelo IF-0361 con grado de protección IP 65 como se muestra en la figura 5.7.



Figura 5. 7. Tablero metálico galvanizado en caliente  
Fuente: (Beaucoup, 2012)

## CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN COSTO BENEFICIO

El presente capítulo evalúa el costo beneficio del proyecto, desde el punto de vista técnico y económico mediante un análisis de variables en función a ventajas que propone vs el costo del proyecto para si el proyecto es rentable. Para ello se debe conocer el costo de la implementación del proyecto y sus indirectos en caso de haberlo.

### 6.1. Evaluación económica

Para comenzar con la evaluación Económica primero se necesita conocer el precio del proyecto con la finalidad de evaluar económicamente la escala en plazo de tiempo esto determinará la fisicidad o dificultad que este tendrá para su comercialización como producto o servicio. La tabla 6.1. muestra el presupuesto por el suministro e instalación del nuevo tablero TD-Lb.E.

Tabla 6. 1. Presupuesto de Tablero

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Suministro e instalación de Tablero de distribución TD-Lab.E incluye: - Tablero metálico IP65 120x60x40cm - Breaker principal 2P-125A - Supresor de sobretensión clase II + III - Juego de barras - Breakers secundario - Canaleta ranurada - Riel Din - Juego de Cts primario y secundario - Dispositivo de monitoreo - Aplicación para monitoreo	U	1	1500	\$ 1500.00

<b>SUBTOTAL:</b>	<b>\$ 1500.00</b>
<b>IVA 12%:</b>	<b>180.00</b>
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 1680.00</b>

Fuente: Autor

La tabla 6.1. Muestra el presupuesto el cual no cuenta con indirectos ya que se trata de un proyecto de suministro y montaje de tablero. De acuerdo con el precio establecido se considera como proyecto de corto plazo al no superar cifras de hasta 5000.00 dólares. Por tanto, desde el punto de vista económico tiene un costo accesible.

### 6.1. Evaluación técnica

La elevación técnica busca evaluar las características o beneficios que el proyecto aporta para un segmento de sociedad específica, en este caso que beneficios aportaría para proteger los circuitos del Laboratorio de Electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Uno de los métodos mas recomendables es mediante un análisis FODA (Fortaleza, oportunidades, debilidades y amenazas) desde un punto de vista neutro. La tabla 6.2. Muestra los resultados del proyecto mediante el análisis FODA.

Tabla 6. 2. Análisis FODA

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
Robustez en las protecciones	Crecimiento en carga
Fiabilidad en las instalaciones	Integración a tecnología electrónica
Seguridad a personal e instalaciones	Gestores de energía
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
Depende de mantenimiento	Malas maniobras por desconocimiento tecnológico
Accionamiento de circuitos manual	

Fuente: Autor

Con un sistema de supervisión de energía y monitoreo en tiempo real, el proyecto busca minimizar el impacto de daños a los circuitos eléctricos mediante la acción temprana de un operario y el respaldo de una red robusta

mediante un supresor de sobretensión para elementos eléctricos y electrónicos de accionamiento rápido derivando a tierra cualquier remanente de energía.

El costo mensual por el mantenimiento de un tablero eléctrico es 120.00 dólares el cual incluye, análisis de calidad de energía, limpieza y cambio de elementos, debido a que la red principal de la facultad de Educación Técnica para el desarrollo no cuenta con un buen SPAT (Sistema puesta a tierra) esto genera daño a los circuitos eléctricos y por consiguiente sus paneles y tableros. Mensualmente se toma acciones preventivas al tablero de electrónica y una revisión general y cambio de componentes dañados dentro de las instalaciones con un costo anual 2160.00 dólares.

### **6.3. Costo Beneficio**

A continuación, se evaluará la factibilidad del proyecto mediante la formula costo beneficio donde se evalúa el beneficio de inversión y el costo del proyecto en porcentaje donde el costo inicial corresponde al monto del proyecto por 1860.00 dólares y los beneficios es 2160.00 el valor por contratar personal de mantenimiento que mensualmente buscara el posible daño de los elementos y circuitos del predio. El cual con el nuevo sistema se pueden tomar medidas para proteger y tomar acciones antes de un siniestro.

$$\frac{C}{B} = \frac{1680}{2160} = 77\%$$

La fórmula dio como resultado un 77% donde indica que el proyecto es factible al ser un valor mayor al 50%.

## **Conclusiones.**

- Se evaluó la disposición, estado y temperatura de los paneles eléctricos existentes en el laboratorio de electrónica, además se determinó la ubicación exacta de los mismos.
- Se caracterizó las partes de los elementos eléctricos considerando el consumo en tiempo real del laboratorio de electrónica
- Se realizó el diseño del nuevo panel eléctrico trifásico considerando mejora, la eficiencia y fiabilidad de sus sistemas con la integración de un medidor de consumo eléctrico que monitorea los parámetros de consumo, demanda y corriente en tiempo real.
- Se realizó la evaluación costo-beneficio del diseño del nuevo panel eléctrico dando como resultado que el proyecto es factible a más del 50%.

## **Recomendaciones.**

- Se recomienda un estudio para mejorar el sistema puesta a tierra de la facultad, ya que esto afecta las perturbaciones eléctricas afectan directamente a los tableros.
- Se recomienda un estudio de calidad de energía para mejorar la eficiencia de la red.
- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo semestral con la finalidad de corroborar el sistema de monitoreo función acorde al número de eventos que indica el mismo y así permitir que los estudiantes tengan un mayor impacto académico en los laboratorios de clases

## Bibliografía

Dehn. (2019). Protección contra rayos y sobretensiones. Alemania: BLITZPLANER.

Emporia. (2016). *Making Data Driven Decisions on Time-of-Use Electrical*

*Consumption*. Retrieved from Emporia Energy:

<https://www.emporiaenergy.com/blog/making-data-driven-decisions-on-time-of-use-electrical-consumption>

Gallegos, R. (2014). TABLEROS ELECTRICOS - Introduccion a la seguridad.

*SCHNEIDER ELECTRIC*.

García, E. (2018). *Automatización de procesos industriales*. España: Universidad

Politecnica de Valencia.

Guevara, E. (1990). *Instalacion de electricos tableros industriales*. Peru: Biblioteca

Nacional de Peru.

IEC. (2011). New York, NY 10036: ANSI.ORG.

IEC. (2020). *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches,*

*disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*. Reino

Unido: International Electrotechnical Commission.

León, J., & Ovalle, R. (2013). *Desarrollo de un diseño de tablero electrico con*

*circuitos de control de arranque para el area de concentrado de la fabrica*

*Ecuavegetal S.A. Babahoyo*.

Levy, R. (2020). *Instalaciones electricas industriales modernos criterios de*

*proyecto*. Argentina: Jorge Sarmiento.

Mazur, G. (2008). *Principios de puesta a tierra*. New York: Fluke.

Miller, C. (2020). *Referencias electricas*. Newyork: UGLYS.

NATSIM. (2012). Normas de acometidas, cuarots de transformadores y sistemas de

medicion para suministro de electricidad. Guayaquil: CNEL.

- NEC. (2010). National electrical code - distribution system. New York: NEC.
- Roman, R., & Gavilanes, M. (2022). *Sistema de monitoreo y control de irrigación usando Internet de las Cosas (IoT)*. Ibarra: Universidad Tecnica del Norte.
- Salazar, D. (2014). *Construcción de un tablero didáctico de un sistema eléctrico de alumbrado del vehículo Subtítulo*. Quito: UIDE.
- Salazar, I., Chirogue, J., Arestegui, M., & Escobar, R. (2011). *Guia del electricista*. Mexico: Actical Action.
- Tablero de conexiones. (1956). *WIKIPEDIA*,  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Tablero\\_de\\_conexiones](https://es.wikipedia.org/wiki/Tablero_de_conexiones).
- Yepez, L., & Zapata, R. (2010). *Diseño, Contruccion, intalacion y puesta en marcha de tablero de control y distribucion de la energia para dos grupos electrogenos a gas Wauqecha1500KVA 480VAC FP0.8 en el campo MDC de ENAP - SIPETROL*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Yévenes, W. (2018). Tableros electricos - Resguardamiento de los sistemas de planta. *ELECTROINDUSTRIA*,  
<https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3804&tip=3&xit=table>  
ros-electricos-resguardando-los-sistemas-de-la-planta.

## ANEXOS

# emporia VUE Smart Home Energy Monitor for installation in residential circuit panels

### EMCT-V2



#### Description

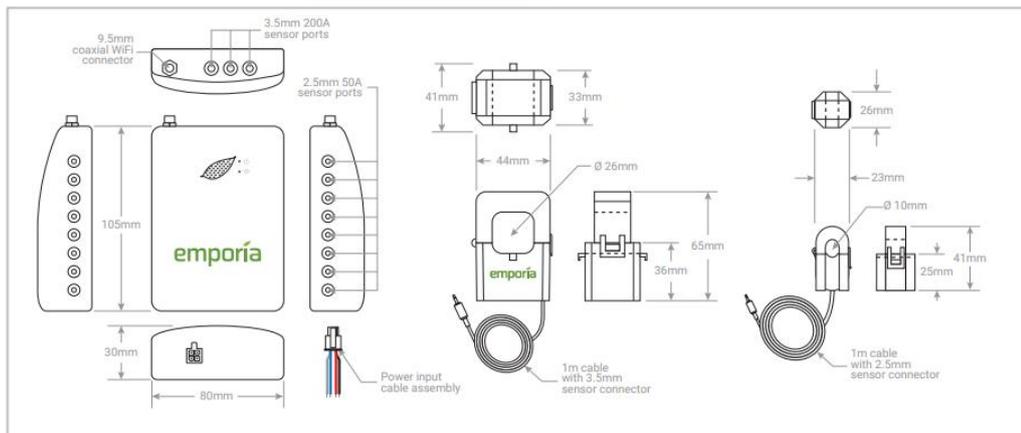
The Emporia Vue Smart Home Energy Monitor installs in the circuit panel of most homes to provide energy monitoring 24/7 of the whole home and can be bundled with 8 or 16 sensors to monitor individual appliances. The Vue connects to your home WiFi network and reports to an app on your phone to help you prevent costly repairs, make your home more energy efficient, and save you money.

#### Features

- 24/7 real power monitoring
- Real-time data
- Individual circuit monitoring
- Electrician install recommended
- Savings recommendations
- Granular 1 second data
- Connects to cloud over WiFi
- Saves money
- Conserves energy
- Reduces carbon

#### Specifications

WiFi	2.4 GHz 802.11b/g/n
CT Sensors	2 200A (0.333V) induction sensors (3-phase optional) 0/8/16 50A (0.333V) induction sensors
Power Adapter	100-240VAC 50-60Hz
Power Usage	< 3W
FCC ID	2AS6P-EMPCTV2



emporia 7901 Shaffer Pkwy  
Littleton, CO 80127  
www.emporiaenergy.com  
info@emporiaenergy.com  
844-EMPORIA (367-6742)



# GABINETE DE PARED SERVICIO PESADO

MODELOS  
DISPONIBLES



## GABINETE PARA SERVICIO PESADO, PUERTA CIEGA

CÓDIGO	REFERENCIA	DIMENSIONES (mm)			PESO APROX. (kg.)	TIPO DE PUERTA		ESPESOSES			TIPO DE ANCLAJE
		ALTO (H)	ANCHO (W)	PROF (D)		NORMAL	BISELADA	CUERPO	PUERTA	DOBLE FONDO (GIC)	
I-0311	GSP-202015/C	200	200	150	2.2	X		1 mm	1 mm	1.2 mm	Tornillo, arandela de cucho y taco fisher
I-0312	GSP-302015/C	300	200	150	3.0	X		1 mm	1 mm	1.2 mm	
I-0313	GSP-303020/C	300	300	200	4.5		X	1 mm	1 mm	1.2 mm	
I-0314	GSP-403020/C	400	300	200	5.7		X	1 mm	1 mm	1.2 mm	
I-0315	GSP-304020/C	300	400	200	5.7		X	1 mm	1 mm	1.2 mm	
I-0316	GSP-404020/C	400	400	200	7.1		X	1 mm	1 mm	1.2 mm	Soporte metálico con tornillo y taco fisher
I-0316-1	GSP-504030/C	500	400	300	9.8		X	1.5 mm	1 mm	1.2 mm	
I-0317	GSP-604020/C	600	400	200	9.8		X	1.2 mm	1 mm	1.2 mm	
I-0318	GSP-406020/C	400	600	200	9.8		X	1 mm	1 mm	1.2 mm	
I-0319	GSP-606020/C	600	600	200	18.5		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0319-1	GSP-605020/C	600	500	200	15.9		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0319-2	GSP-705030/C	700	500	300	22.6		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0320	GSP-806025/C	800	600	250	25.2		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0320-1	GSP-806030/C	800	600	300	26.6		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0320-2	GSP-806040/C	800	600	400	29.5		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0320-3	GSP-808030/C	800	800	300	36.1		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0321	GSP-1006030/C	1000	600	300	32.2		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0321-1	GSP-1006040/C	1000	600	400	36.5		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0321-2	GSP-1008025/C	1000	800	250	42.2		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0321-3	GSP-1008030/C	1000	800	300	43.4		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0321-4	GSP-1008040/C	1000	800	400	47.8		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0322	GSP-1208040/C	1200	800	400	56.6		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	
I-0323	GSP-12010040/C	1200	1000	400	68.7		X	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	



Quality brands



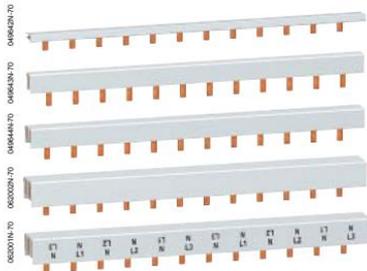
Country approval pictograms

DE100004



Quick assembly and disassembly of the devices connected

000001N-70 000002N-70 000003N-70 000004N-70 000005N-70 000006N-70 000007N-70 000008N-70 000009N-70 000010N-70



PR101823-10

000004N-55 000004N-55 000004N-55



Offer selection see page 1

**Offer 2**  
This sticker must be removed before publishing

IEC 60439-1, IEC 60664.

### Functions

The comb busbars:

- Ensure easy reliable mounting of switchgear: tooth positioning opposite the devices terminals is ensured by indexing of copper parts.
- Can be sawn and cut.
- Supplied with two IP20 lateral end-pieces, the end-pieces are compulsory.
- Unused teeth can be insulated with tooth covers.

### Comb busbars

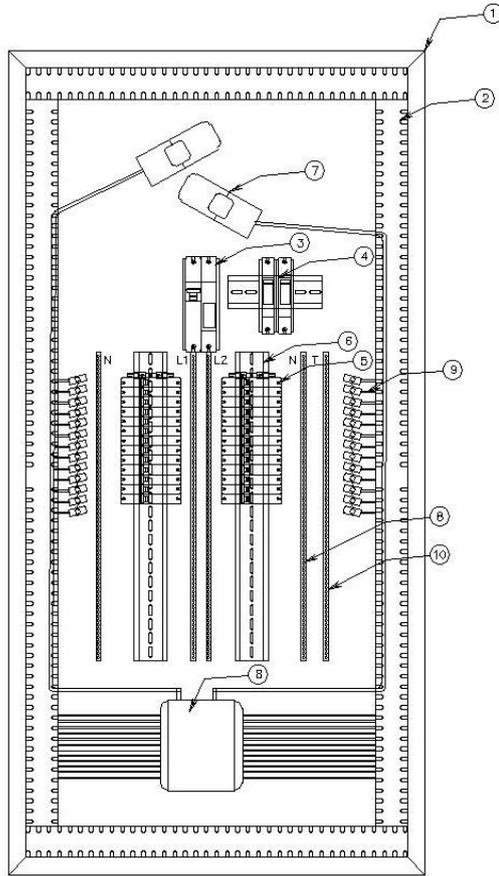
#### Recuttable comb busbars

Type	Rating (A)	Width in mod. of 18 mm	Description	
1P	63	12	12 modules	<b>10387</b>
L1		57	1 m	<b>10388</b>
2P	63	12	12 modules	<b>10389</b>
L1/L2 or NL		56	1 m	<b>10390</b>
3P	63	12	12 modules	<b>10391</b>
L1/L2/L3		57	1 m	<b>10392</b>
4P	63	12	12 modules	<b>10393</b>
N/L1/L2/L3		56	1 m	<b>10394</b>
NL1/NL2/NL3		54	1 m	<b>10395</b>

#### Accessories

Type	
1 set of 10 tooth shields	<b>10396</b>
1 set of 4, 35 mm <sup>2</sup> connectors	<b>10397</b>
1 set of 10 bar end-pieces (2P)	<b>10398</b>
1 set of 10 bar end-pieces (3P)	<b>10399</b>
1 set of 10 bar end-pieces (4P)	<b>10405</b>

DISEÑO DE TABLERO DE DISTRIBUCION TLAB.E



- ① tablero metalico 1,20 x 60 x 40cm
- ② Canaleta Ranurada 60x40mm
- ③ Breaker principal 2P-125A
- ④ Supresor de sobretension Tipo II + III
- ⑤ Breaker tipo riel din
- ⑥ Riel din
- ⑦ Juego de CTs principal (Monitoreo)
- ⑧ Juego de barras de distribucion
- ⑨ Juego de Cts secundarios 20A(Monitoreo)
- ⑩ Borneta a tierra

m	Cliente:		Fecha:	1 de agosto del 2023		
	Proyecto:		Dibujante:	Ing. Joustine Leon		
	Archivo:		Diseño:	Ing. Joustine Leon		
	Serie:		Aprobación:			
n	Descripción	Revisiones:	Fechas:	Firmas:		
	Diseño constructivo tablero TLAB.E	Rev. n.1				
		Rev. n.2			Hoja:	Siguiente hoja:
		Rev. n.3				



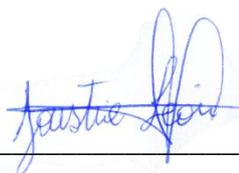
## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **León Cárdenas, Joustine Bonny** con C.C: # 0954162699 autor del Trabajo de Integración Curricular: **Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 22 de agosto del 2023

f. 

Nombre: León Cárdenas, Joustine Bonny

C.C: 0954162699



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.	
<b>AUTOR(ES)</b>	León Cárdenas, Joustine Bonny	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar	
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo	
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Electrónica y Automatización	
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Electrónica y Automatización	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	22 de agosto del 2023	<b>No. DE PÁGINAS:</b> 63
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Diseño Electrónico, Control	
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Electricity, Protections, Energy efficiency, Control, maintenance, Security.	
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>		
<p>Se realiza el proyecto de investigación “Diseño de panel eléctrico trifásico con medidor de consumo eléctrico en tiempo remoto para laboratorio de electrónica en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo”. En el primer Capítulo se describe el problema de la investigación y los objetivos que se alcanzaron para obtener el diseño propuesto, para obtener el propósito de mejorar la calidad del servicio mediante un panel más eficiente. En el segundo capítulo se fundamentó con revisión bibliográfica términos y definiciones eléctricas y de control. En el tercer capítulo se realizó levantamientos de información que facilitó para que, en el cuarto capítulo levantemos el diseño del tema de investigación. Se analizó la ubicación de los paneles de distribución los cuales visualmente no cumplen los criterios de instalación en una infraestructura, no cuentan con dispositivos loto o protección respectiva, no tienen señalética de seguridad. En el quinto capítulo se realizó investigación del costo beneficio del diseño del panel eléctrico trifásico, evaluando la viabilidad del proyecto mediante un estudio técnico – económico que analizó los costos de suministro instalación y mantenimiento, y los beneficios. También se presentan las conclusiones y recomendaciones.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTORES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593991127603	<b>E-mail:</b> Joustine.leon@cu.ucsg.edu.ec
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Ricardo Xavier Ubilla González	
	<b>Teléfono:</b> +593999528515	
	<b>E-mail:</b> Ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec	
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>		
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>		
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>		
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		