



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE
PROTECCIÓN PARA MONITOREAR
SOBRETENSIONES Y
SOBRECORRIENTES EN LA PLANTA
TORREFACTORA DE CAFÉ GURI**

Autores Grimán Rebeca
Lunar Diego

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA MONITOREAR
SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES EN LA PLANTA
TORREFACTORA DE CAFÉ GURI**

Proyecto de Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autores Griman Rebeca

C.I.27.852.933

Lunar Diego

C.I.27.146.211

Tutor Ing. Wiston Espinoza

San Diego, marzo 2021



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Universidad José Antonio Páez
Decanato de Ingeniería



FI-E-009-2021-ICR (TG)

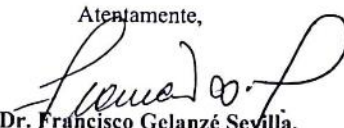
Valencia, 21 de julio de 2021

Ciudadanos:
Grimán Méndez, Rebeca.
CI. 27.852.933
Lunar Díaz, Diego Andrés
CI. 27.146.211
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2021 de fecha 25-05-2021 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado *DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA MONITOREAR SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES EN LA PLANTA TORREFACTORA DE CAFÉ GURI*, presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Se ratifica la designación del Ing. Wiston Espinoza C.I: 9.885.895 como Tutor Académico que los asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,


Dr. Francisco Gelanzé Seyilla.
Decano



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

GF/aa



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Wiston Espinoza, titular de la cédula de identidad N° 9.885.895, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Rebeca Griman, titular de la cédula de identidad N° 27.852.933 y Diego Lunar, titular de la cédula de identidad N° 27.146.211, titulado, **DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA MONITOREAR SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES EN LA PLANTA TORREFACTORA DE CAFÉ GURI**, presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA**, aceptó la tutoría del mencionado proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación según las condiciones de la coordinación de pasantías y trabajo de grado de la facultad de ingeniería de la universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los 22 días del mes de enero del año dos mil veintiuno.

**Ing. Wiston Espinoza
C.I. 9.885.895**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Wiston Espinoza, portador de la cédula de identidad N° 9.885.895, en mi carácter de tutor (a) del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Rebeca Griman y Diego Lunar, portadores de la cédula de identidad N° 27.852.933 y N° 27.146.211 respectivamente, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA MONITOREAR SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES EN LA PLANTA TORREFACTORA DE CAFÉ GURI** presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 8 días del mes de septiembre del año dos mil veintiuno.

Ing. Wiston Espinoza

C.I. 9.885.895



Universidad José Antonio Paéz

UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
COORDINACION DE PASANTIAS Y TRABAJO DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE APROBACION DEL INFORME DE PASANTIA O
TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Diseño de un Sistema de Protección para monitorear Sobretensiones y Sobrecorrientes en la Planta Torrefactora de Café Guri

Realizado por el (la) Br. Rebeca Griman

C.I. N° 27852933, cursante de la carrera de Ingeniería Electrónica hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación asignándole la CALIFICACION DEFINITIVA D^{es} Diecinueve (19) PUNTOS

El Jurado

[Signature]
Tutor académico (coordinador)
Nombre: Wilson Espinoza
C.I. 9889893

[Signature]
Jurado (1)
Nombre: Wilmer Saiz
C.I. 7130496

[Signature]
Jurado (2)
Nombre: Juan Amador
C.I. 19504202

Fecha: 17/09/2021

PARA SER LLENADO POR LA COORDINACIÓN DE PASANTIA Y TRABAJO DE GRADO

He recibido Original del Acta de Aprobación para ser colocada en la solvencia Académica

Nombre del Graduando:
C. I.
Fecha:

[Signature]
Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado

SEMESTRE: 2021-102



UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
 COORDINACION DE PASANTIAS Y TRABAJO DE GRADO
 FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE APROBACION DEL INFORME DE PASANTIA O
 TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Diseño de un Sistema de Protección para monitorear
Sobretensiones y Sobrecorrientes en la Planta
Tanrefadora de Café Guri

Realizado por el (la) Br. Diego Lunar
 C.I. 27146211, cursante de la carrera de Ingeniería Electrónica hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación asignándole la CALIFICACION DEFINITIVA D ^{Por letras} Diecinueve (19) PUNTOS

El Jurado

[Signature]
 Tutor académico (coordinador)
 Nombre: Wiston Espinoza
 C.I. 9885895

[Signature]
 Jurado (1)
 Nombre: Wilton Saiz
 C.I. 7130476

[Signature]
 Jurado (2)
 Nombre: Geon Amaglio
 C.I. 19809202

Fecha: 17/09/2023

PARA SER LLENADO POR LA COORDINACIÓN DE PASANTIA Y TRABAJO DE GRADO

<p>He recibido Original del Acta de Aprobación para ser colocada en la solvencia Académica.</p> <p>Nombre del Graduando: _____</p> <p>C. I. _____</p> <p>Fecha: _____</p>	<p><u>[Signature]</u> Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado</p> <p>SEMESTRE <u>2021-1er.</u></p>
---	---

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE CUADRO	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance y Limitaciones.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1 Energía Eléctrica	12
2.2.2 Corriente Eléctrica.....	12
2.2.3 Valor Nominal.....	12
2.2.4 Sistema de Control.....	13
2.2.4.1 Modelos de Sistemas de Control.....	14
2.2.5 Sistema de Adquisición de Datos (DAQ).....	15
2.2.6 Microcontroladores.....	16

2.2.6.1	Microprocesador.....	16
2.2.6.2	Periféricos.....	17
2.2.6.3	Memoria.....	18
2.2.7	Oscilaciones de Potencia.....	18
2.2.8	Breakers eléctricos.....	18
2.2.9	Tableros eléctricos.....	19
2.2.10	Protectores de sobretensión.....	19
2.2.11	Perturbaciones Eléctricas.....	19
2.2.12	Sobretensión Temporal.....	19
2.2.13	Sobretensión de Maniobra.....	20
2.2.14	Sobretensión Atmosférica.....	20
2.2.15	Compatibilidad Electromagnética.....	21
2.3	Bases Legales.....	21
2.4	Definición de Términos.....	24
2.5	Cuadro de Operacionalización de Variables.....	26

III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Tipo y Diseño de la Investigación.....	28
3.2	Nivel de la Investigación.....	29
3.3	Población y Muestra.....	29
3.3.1	Población.....	30
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	30
3.4.1	Observación Directa.....	31
3.4.2	Revisión Documental.....	32
3.4.3	Entrevista no Estructurada.....	32
3.5	Técnicas de Análisis de Resultados.....	33
3.6	Fases Metodológicas.....	33

IV RESULTADOS

4.1	Fase 1: Diagnostico la situación actual del comportamiento del suministro eléctrico hacia la torrefactora de café Guri.....	35
4.2	Fase 2: Caracterización de las condiciones eléctricas y operativas del Tostador Petroncini de la Torrefactora de Café Guri C.A.....	39
4.3	Fase 3: Definición del sistema de protección para monitorear sobretensiones y sobrecorrientes en la planta torrefactora de café Guri.....	41
4.4	Fase 4: Estudio de las factibilidades técnicas, sociales, ambientales y económicas del sistema de protección para monitorear sobretensiones y sobrecorrientes en la planta torrefactora de café Guri C.A.....	57
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
	REFERENCIAS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Suministro eléctrico	4
2	Tostador de café Petroncini.....	5
3	Placa de valores nominales del tostador Petroncini.....	12
4	Sistema lazo abierto.....	13
5	Sistema lazo cerrado.....	14
6	Sobretensiones de Maniobra, temporal y atmosférica.....	20
7	Transformadores Trifásicos de 100kVA.....	36
8	Módulo Corpoelec – Cliente.....	37
9	Autotransformador.....	38
10	Placa de Tostador marca Petrocini.....	42
11	Efecto Hall.....	43
12	Valor eficaz de una señal sinusoidal.....	44
13	PIC 16F883.....	45
14	Circuito de Adquisición de datos.....	45
15	Valor eficaz de una señal sinusoidal.....	46
16	Comportamiento del Offset 2.5 V.....	46
17	Módulo ACS712.....	47
18	Código Pic 16F883 en Software Pic C Compiler.....	48
19	Código Mensaje en LCD.....	48
20	Circuito de Monitoreo Final.....	49
21	Circuito de Protección contra Sobretensiones.....	49
22	Circuito Regulador de Voltaje.....	50
23	PIC 16F627A.....	51
24	Resistencias para la calibración de Sobretensión.....	54
25	Circuito de Alimentación hacia la carga.....	55
26	Diagrama de Flujo algoritmo de protección.....	56

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		Pág.
1	Valores nominales del Tostador Petroncini.....	12
2	Cuadro de Operaciolizacion de Variables.....	27
3	Datos alimentación de Entrada.....	37
4	Características eléctricas TT 120.....	40
5	Valores de potencia consumida por los motores del TT 120.....	40
6	Valores de Corriente y voltaje del Tostador.....	41
7	Costos de Componentes.....	56



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE
VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA MONITOREAR
SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES EN LA PLANTA
TORREFACTORA DE CAFÉ GURI**

Autores: Rebeca Griman

Diego Lunar

Tutor: Ing. Wiston Espinoza

Fecha: Marzo, 2021

RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene como propósito diseñar un sistema de monitoreo para protección contra sobrevoltajes, sobrecorrientes y frecuencia de la red eléctrica que alimenta a la torrefactora de café Guri C.A.; para dicho sistema se tomará al tostador principal de la marca Petroncini como espécimen donde realizaremos el prototipo del sistema de protección. Para llevar a cabo el mencionado circuito de seguridad es necesario el constante estudio de las líneas eléctricas que alimentan a la empresa, además de estudiar en diferentes casos cómo se comporta el tostador. Se realizó la investigación de tipo proyectiva y una modalidad de investigación descriptiva con un diseño mixto, por lo tanto, se elaboró una parte de diseño documental y otra de diseño de campo. Dicho trabajo de investigación tiene como propósito evaluar la calidad de energía eléctrica que recibe la empresa torrefactora y determinar la posibilidad de poder alargar la vida útil del tostador integrando el sistema de seguridad propuesto.

Descriptor: Sobrevoltajes, Sobrecorrientes, Energía eléctrica

INTRODUCCIÓN

Actualmente, según los resultados de la entrevista realizadas en el presente trabajo de grado, uno de los problemas que se manifiestan en estos momentos en la empresa Torrefactora de café Gurí, es que los equipos eléctricos utilizados en el proceso operacional, son sensibles a los problemas de calidad en el suministro eléctrico, situación recurrente en Venezuela, lo que afecta no sólo al ámbito laboral y operacional de la empresa sino también en todo el procesos industrial de la misma, provocando paradas en el proceso productivo y pérdidas económicas, así como también el deterioro de dichas máquinas eléctricas, lo cual traería consecuencias inimaginables hacia la empresa en cuanto a la seguridad de sus trabajadores como en la producción.

En consecuencia, se plantea el desarrollo de un prototipo para un sistema de monitoreo de protección contra sobretensiones y sobrecorrientes de la red eléctrica que alimenta a la torrefactora de café Guri C.A, que solventara los problemas que causan estas irregularidades en la alimentación eléctrica del país.

Para ello se diseñó un prototipo, el cual se usará en uno de los equipos más grandes e importantes en la producción de la empresa como espécimen de estudio y aplicación del sistema de protección, el tostador principal de la marca Petroncini. Donde el operador será capaz de monitorear y observar el comportamiento de la tensión, corriente y consumo de potencia de la alimentación en tiempo real, controlando las acciones del dispositivo, donde a su vez, al momento de presentar alguna falla, brinde protección al tostador, aumentando su vida útil.

El presente trabajo estará estructurado de la siguiente forma:

Capítulo I: Se genera el planteamiento del problema de estudio, seguido por una serie de preguntas que conllevan al objetivo general y los objetivos específicos del trabajo de investigación, para de esta manera establecer el punto de inicio de la misma.

Capítulo II: Se plasman los antecedentes que de una manera u otra han sido significativos para la elaboración del trabajo de grado y se definen las bases teóricas en base a las cuales se llevó a cabo la investigación.

Capítulo III: Se declara la metodología empleada y los métodos, técnicas y/o procedimientos empleados en el estudio para obtener una información confiable de manera de poder realizar una investigación eficaz.

Capítulo IV: En este Capítulo se especifican los resultados de la investigación mediante la descripción detallada de sus fases.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Díaz, R., Briceño, M., Rivas, D. & Cerrullo, R. (2011), “El planteamiento del problema es el eje vertebral del proceso de investigación”. Es una dificultad sentida en una organización o institución que debe resolverse mediante procesos sistemáticos y organizados. El problema surge de un evento, un hecho, un fenómeno en el que se evidencia que algo ocurre, que existen vacíos, discrepancias, incongruencias, dificultades que tienen que resolverse.”

1.1. Planteamiento del Problema.

La energía es la capacidad de poner en movimiento o transformar algo. En el ámbito económico y tecnológico, la energía hace referencia a un recurso natural y los elementos asociados que permiten hacer un uso industrial del mismo. La energía eléctrica representa el principal insumo que mueve al mundo industrial, comercial y residencial, sin ella, las empresas se detendrían y las economías enteras entrarían en crisis. Por lo mismo, el desarrollo tecnológico que continuamente vivimos ha hecho que la utilización de equipos electrónicos sea inevitable e indispensable, ya que nos ayudan a mejorar procesos y de esta manera a optimizar los recursos. Aproximadamente el 55% de la energía eléctrica producida es consumida por los sectores comercial e industrial. Por lo tanto, el buen uso de la energía eléctrica le permite, a las empresas, ser cada vez más competitivas, en una economía que tiende a la globalización, así el ahorro de energía es una alternativa viable para reducir costos de operación y mejorar los niveles de competitividad dentro del mundo industrial.

El suministro eléctrico tiene una gran importancia dentro de la sociedad (ver figura 1). El desarrollo y crecimiento económico de un país están muy ligados a la calidad del servicio eléctrico. La interrupción del suministro de energía no sólo afecta al ámbito doméstico, confort o desarrollo habitual de las personas, sino también al sector comercial e industrial; en este último, la interrupción del servicio eléctrico, dependiendo de su frecuencia y duración, puede provocar paradas en el proceso productivo y pérdidas económicas importantes.



Figura 1. Suministro eléctrico

Fuente: Freepik – Iconos isométricos (2020)

Actualmente las empresas de generación y distribución de energía eléctrica, tienen que afrontar importantes retos, como lo son, asegurar la calidad de la energía eléctrica, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos conectados a las redes de distribución, considerando también que la calidad de energía eléctrica es de gran importancia para contribuir con el desarrollo tecnológico.

Desde hace unos años el mundo está tomando conciencia sobre el concepto de “calidad de energía eléctrica”, la misma se puede definir como, “una ausencia de interrupciones, sobretensiones y deformaciones producidas por armónicos en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario”, esto referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico.

Sin mencionar que muchos equipos nuevos son más sensibles a los problemas de calidad en el suministro eléctrico, situación recurrente en Venezuela, lo que afecta no sólo al ámbito doméstico en donde el daño ocasionado no pasa de ser una molestia para el cliente, sino sobre todo en los procesos industriales en los que una interrupción del servicio puede provocar paradas en el proceso productivo y pérdidas económicas, lo cual traería consecuencias inimaginables hacia la empresa, que para este caso, es la Torrefactora de Café Guri.

La máquina eléctrica seleccionada para realizar las determinadas evaluaciones, es el tostador de café de la marca Petroncini (ver figura 2), este se encarga de tostar aproximadamente el 70% de la producción de café de la Torrefactora Guri, es decir, es la máquina eléctrica que más representa ganancias para la empresa, de manera que, de existir una interrupción en la red eléctrica, la parada de este tostador generaría retrasos graves en la línea de producción de la torrefactora, es por este motivo que se eligió dicha máquina para hacer el prototipo del sistema de seguridad. Actualmente la maquinaria de producción en la empresa Torrefactora de Café Guri cuenta con un sistema de puesta a tierra y Breaker para la protección de los equipos, pero no cuenta con un sistema de protección y control lo que es imprescindible para garantizar la continuidad de las operaciones en la empresa, al momento de un disturbio eléctrico, problema de calidad de la energía eléctrica que se presenta cuando ocurre cualquier desviación de la tensión o la corriente debido a múltiples causas como: condiciones climáticas, desgaste y envejecimiento de los elementos que componen el sistema de generación, distribución y la propia actividad humana, lo cual reduciría la vida útil de las maquinarias dentro de la empresa Guri.



Figura 2. Tostador de café Petroncini.

Fuente: Exapro – Tostador de Café TT120 (2021)

Es por esta razón, que es de suma importancia diseñar un sistema que minimice las incidencias de las perturbaciones en la red eléctrica, ya que las sobretensiones pueden causar distintos daños, cualquiera de estos representa pérdidas económicas, ya que es necesario reponer los elementos dañados, además de la interrupción de los servicios que proporcionan o, en el peor de los casos, generar un accidente laboral sobre personas que se encuentran en las instalaciones en ese momento. La protección contra sobretensiones y sobrecorrientes, tiene por objetivo mantener la continuidad de servicio y reducir las probabilidades de este tipo de incidentes para resguardar la seguridad de las personas y los bienes.

1.2 Formulación del Problema.

Una vez entendida la importancia de la calidad del suministro de energía eléctrica en un proceso industrial, con el diseño de un sistema de monitoreo contra sobrevoltajes ¿se pueden prevenir los daños en el tostador de la marca Petroncini, máquina eléctrica de café de la Torrefactora de Café Gurí, mejorar la productividad de la misma y extender su vida útil?

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1 Objetivo General.

realizada por dicha empresa en producto, materia prima y equipos, además de que a través de este sistema de protección se puede alargar notablemente la vida útil de esta máquina eléctrica, ya que estas sobretensiones pueden causar intervenciones en el servicio y grandes daños o hasta la destrucción del tostador, teniendo algunos efectos secundarios en el personal dentro de la empresa.

1.5 Alcance.

La realización del presente trabajo abarca el diseño de protección para la maquinaria de producción, tostador de café más grande de la empresa torrefactora de café Guri, es decir, el estudio exclusivo de la maquinaria de producción, mas no para el uso general de las oficinas de la empresa, como sistema de iluminación interior y exterior, tomas de uso general, baños, comedor, sistema de aire acondicionado. No abarca sistema contra incendio. El presente proyecto tendrá como prioridad la seguridad física de los usuarios y la del proceso de producción en el tostador Petroncini.

1.6 Limitaciones

Cada trabajo de investigación es distinto y por lo tanto poseen limitaciones diferentes, en este caso se consideran la siguiente limitación:

La realización de dicho trabajo solo es aplicable para una maquinaria con características en específico, como lo son el valor nominal de corriente y tensión, ya que dicho diseño programable se ajusta a los valores nominales de la maquina tostadora de café marca Petrocini.

El circuito propuesto para ser diseñado y simulado se adaptado a una corriente nominal diferente (25 A) a la establecida, debido a que el software donde se realizó la simulación del proyecto, no cuenta con un sensor capaz de realizar lecturas mayores a 30 A, por ejemplo, el ACS758 no se encuentra en su librería.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Según Sabino, C. (2012), el marco teórico, tiene el propósito de dar a la investigación, un sistema coordinado de conceptos que permitan abordar el problema. "Se trata de integrar al problema dentro de un ámbito donde éste cobre sentido, incorporando los conocimientos previos relativos al mismo y ordenándolos de modo tal que resulten útil a nuestra tarea".

Este capítulo representa todo el sustento teórico que rodea a la investigación, en una estructura en la cual se hace referencia a otras investigaciones relacionadas, una explicación detallada de todas aquellas leyes, de los procesos y de la funcionalidad que están implícitas en la misma y las definiciones de los términos ya mencionados para facilitar la comprensión de este documento.

2.1 Antecedentes de la Investigación.

Para el desarrollo del presente estudio, fue necesaria la revisión bibliográfica de investigaciones relacionadas con el tema de la calidad del servicio técnico de distribución de electricidad e investigaciones asociadas sobre las posibles sobretensiones que se pueden presentar en la red; con los fines de establecer un marco conceptual referencial, como punto de partida para el desarrollo de la presente investigación.

Arteaga, Lorent (2018), trabajo de la Universidad Nueva Esparta titulado: **Desarrollo de un prototipo para un sistema de protección eléctrica y supervisión de carga para servicio eléctrico residencial bifásico**. Para optar al título de Ingeniero Electrónico, siendo la investigación de tipo proyectiva y una modalidad de diseño factible con un diseño mixto. Se elaboró una parte de diseño documental y otra de diseño

de campo. Dicho estudio tuvo como objetivo desarrollar un prototipo para un sistema de protección eléctrica y supervisión de carga para servicio eléctrico residencial bifásico.

Esta investigación da como aporte principalmente la identificación de las fallas del sistema eléctrico que causan que los aparatos electrónicos sufran daños parciales o irreparables como lo son las sobretensiones transitorias y las sobretensiones permanentes, así como también considerar la importancia de supervisar el sistema eléctrico en los hogares venezolanos, siendo para este caso, considerar la importancia de supervisar el sistema eléctrico de la empresa.

Así mismo, Leal, Celi, Álvarez (2016). Investigación titulada: **Sistema integral para el diseño e implementación de control asistido por computadora**. El sistema está constituido por un hardware basado en un microcontrolador y un software. El objetivo central de este trabajo ha sido el desarrollo de una interfaz de bajo costo y de fácil manipulación para la construcción e implementación de un sistema de adquisición de datos y control. Su nivel de investigación se trató de un proyecto factible.

Proyecto que aporta a la presente investigación información sobre los hardware de adquisición de datos con microcontroladores, así como también información de la conversión digital análoga y el acondicionamiento de las señales.

Seguidamente, Cuadra, Davila (2016), de la Universidad Autónoma de Nicaragua Unan-Managua para optar al título de Ingeniero Eléctrico. Realizaron una investigación titulada: **Sistema de protección y respaldo de energía para los equipos del laboratorio de física de radiaciones y metrología de la UNAN-Managua para el año 2016**. Estudio que tuvo como objetivo diseñar un sistema de respaldo y protección eléctrica mediante un sistema ininterrumpido de energía (UPS), para garantizar la continuidad de las operaciones de los equipos en el laboratorio al momento de un corte de energía comercial. Siendo una investigación de campo descriptiva.

Proyecto que facilita información importante sobre los cálculos que se deben hacer para la realización del diseño, las mediciones y evaluaciones de los equipos eléctricos, así como también la recomendación de despejar todo material ferretero y

herramientas que actualmente se almacenen en el cuarto eléctrico de la empresa, debido a que un cuarto eléctrico debe de estar de fácil acceso en caso de cualquier cortocircuito o siniestro.

Por último, Montesino (2016), en su Tesis de Postgrado “**Evaluación de la Calidad de la Energía Eléctrica de un Sistema de Distribución de Electricidad**”, presentada en la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, para optar por el título de Ingeniero Eléctrico, se propuso evaluar la Calidad de la Energía Eléctrica. La metodología seguida consiste en el análisis de las interrupciones y de las perturbaciones de la onda de tensión y la comparación de estos resultados con los límites recomendados en las normas nacionales e internacionales. Para el análisis de las perturbaciones de la onda de tensión se consideraron la variación de los niveles de tensión, la distorsión armónica y fluctuaciones rápidas de la onda. Como resultados destacan: la tendencia de la frecuencia de las interrupciones a disminuir y la atención que requiere la calidad del producto técnico previo a la etapa de aplicación de sanciones. Finalmente se concluye que es necesario evaluar la calidad del servicio de distribución de electricidad en función de contribuir con el desarrollo económico de la nación.

Los aportes para la presente investigación consisten en que la posibilidad de realizar comparaciones en términos de métodos para efectuar el análisis de las interrupciones que afectan el servicio eléctrico, teniendo como parámetro las normas nacionales vigentes actualmente en la materia.

2.2 Bases Teóricas

Para la elaboración de todo tipo de proyectos es necesario sustentarse en referencias teóricas y conceptuales abarcando las definiciones o conceptos vinculados con la investigación, delimitando a su vez el área donde se desarrolla el proyecto, lo cual servirá para la noción del tema en estudio, por tanto, a continuación, se explicarán los principales conceptos que se desarrollarán en esta investigación:

2.2.1 Energía Eléctrica

Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos —cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico— y obtener trabajo. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa, la energía mecánica y la energía térmica.

2.2.2 Corriente eléctrica

La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos.

Dependiendo del movimiento de las cargas existen dos tipos de corrientes en un circuito eléctrico.

Corriente Continua: Las cargas eléctricas se mueven de forma lineal a través del conductor eléctrico.

Corriente Alterna: Los electrones vibran generando ondulaciones.

2.2.3 Valor Nominal

Un valor nominal es aquella referencia para la cual está diseñado el aparato, pieza o instalación, pero que puede no coincidir exactamente con el valor real. En general, los dispositivos eléctricos están diseñados para trabajar a un voltaje nominal, el cual representa una banda de posibles voltajes reales, factor de potencia y formas de onda de AC.

Los valores nominales de la máquina eléctrica, donde se desarrollará el estudio planteado son:

Magnitud	Valor Nominal ()
Voltaje (V)	400 V
Frecuencia (Hz)	50 Hz

Potencia (W)	13 kW
Corriente (A)	50 A

Tabla 1. Valores Nominales del tostador Petroncini

Fuente. Griman, Lunar

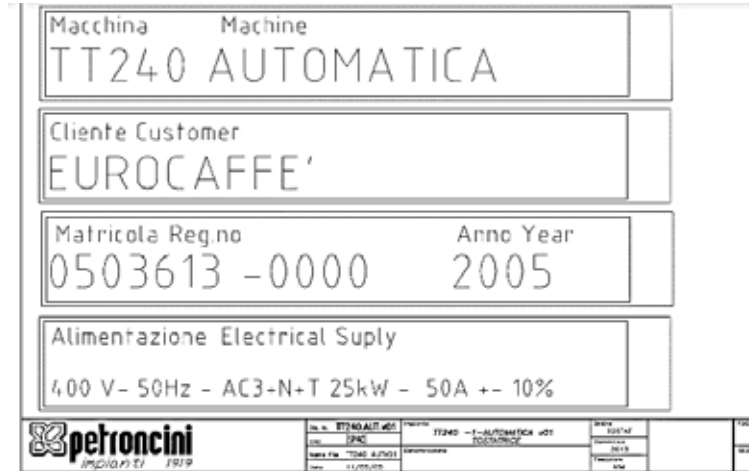


Figura 3. Placa de valores del tostador Petroncini

Fuente. Griman, Lunar

2.2.4 Sistema de Control.

Según Gandhi M. (2010), define a un sistema de control como “Un conjunto de dispositivos de diverso orden (eléctrico, neumático, hidráulico, mecánico), entre otros, con el objetivo de gestionar o regular la forma en que se comporta otro sistema para así evitar fallas y obtener los resultados deseados”. Uno de los recursos más utilizados en el sector industrial es el sistema de control. Toda producción liderada por ingeniería requiere de este proceso para lograr objetivos determinados. Existen dos principales tipos de sistemas de control:

2.2.4.1 Modelos de Sistemas de Control.

Hay dos tipos de modelos de control, de lazo abierto y lazo cerrado, ambos cumplen con procesar una entrada y de acuerdo a lo que se le pide en esa entrada el sistema arroja una respuesta.

Sistema de control de Lazo Abierto.

Rocha N y Lara, H. (2014). “Son sistemas en los cuales la salida no se compara con la entrada de referencia, por lo tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija. La señal de salida no tiene efecto sobre la señal de entrada” (ver figura 3).



Figura 4. Sistema lazo abierto.

Fuente: Ángel Micelti – Control y Robótica (2021)

Sistema de control de Lazo Cerrado.

Rocha N y Lara, H. (2014). “Son sistemas que mantienen una relación prescrita entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control. Lo que se desea es mantener la salida constante a pesar de los cambios en las condiciones de operación”. En la Figura 4 se muestra un esquema de un sistema de control de lazo cerrado.

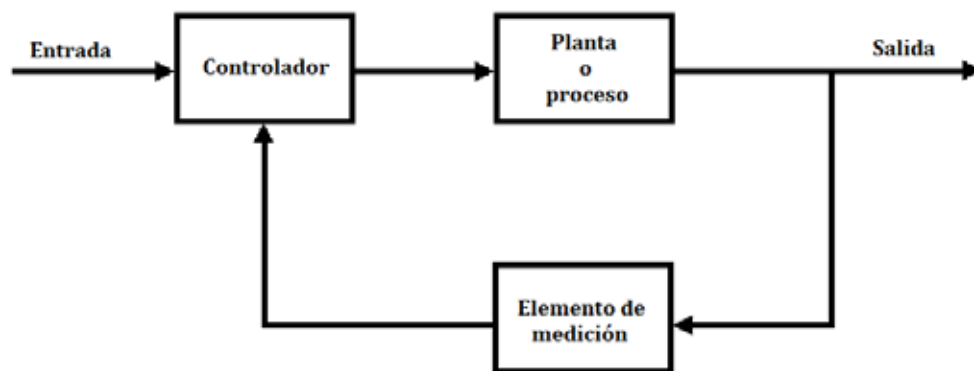


Figura 5. Sistema lazo cerrado

Fuente: Researchgate – Sistema de Control (2021)

2.2.5 Sistema de Adquisición de Datos (DAQ).

Según González y Pradines (2007), la adquisición de datos es el proceso de obtener o generar información de manera automatizada desde recursos de medidas analógicas y digitales como sensores y dispositivos bajo prueba. Utiliza una combinación de hardware y software basados en PC para brindar un sistema de medida flexible.

Algunos dispositivos DAQ incluyen acondicionamiento de señales integrado diseñado para medir tipos específicos de sensores. Las señales de los sensores o del mundo exterior pueden ser ruidosas o demasiado peligrosas para medirse directamente. El circuito de acondicionamiento de señales manipula una señal de tal forma que es apropiado para entrada a un ADC. Este circuito puede incluir amplificación, atenuación, filtrado y aislamiento.

Es por lo anterior que los dispositivos DAQ son instrumentos ideales para una gran variedad de aplicaciones, desde registros de datos simples hasta sistemas integrados, ya que han sido diseñados con el propósito general de medir señales de voltaje. Además, los DAQ vienen acompañados con dos tipos de software para facilitar y ofrecer un mejor control al proceso industrial.

Software Controlador.

El software controlador ofrece al software de aplicación la habilidad de interactuar con un dispositivo DAQ. Simplifica la comunicación con el dispositivo DAQ al abstraer comandos de hardware de bajo nivel y programación a nivel de registro. Generalmente, el software controlador DAQ expone una interfaz de programación de aplicaciones (API) que es usada en un entorno de programación para construir software de aplicación.

Software de Aplicación.

El software de aplicación facilita la interacción entre la PC y el usuario para adquirir, analizar y presentar datos de medidas. Puede ser una aplicación pre-construida con funcionalidad predefinida o un entorno de programación para construir aplicaciones con funcionalidad personalizada. Las aplicaciones personalizadas

generalmente son usadas para automatizar múltiples funciones de un dispositivo DAQ, realizar algoritmos de procesamiento de señales y mostrar interfaces de usuario personalizadas.

2.2.6 Microcontroladores.

El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Un microcontrolador al menos tendrá:

Microprocesador.

Periféricos (unidades de entrada/salida).

Memoria.

2.2.6.1 Microprocesador.

Es el circuito integrado central más complejo de un sistema informático. Es el encargado de ejecutar todos los programas, desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de usuario;

Un procesador incluye al menos tres elementos, ALU, unidad de control y registros.

ALU.

También conocida como Unidad Aritmética y Lógica. Dicha unidad está compuesta por los circuitos electrónicos digitales del tipo combinatorios (compuertas, sumadores, multiplicadores), cuya principal función es realizar operaciones. Estas operaciones están divididas en tres tipos:

Lógicas: Como las operaciones básicas de las compuertas lógicas, como la suma lógica (OR), multiplicación lógica (AND), diferencia lógica (XOR) y negación (NOT). Una operación lógica sólo puede tener como entradas y

como salidas una respuesta lógica (0 o 1). Esto dependiendo de los niveles de voltajes de una señal digital.

Aritméticas: Las operaciones aritméticas son la suma, resta, multiplicación y división. Dependiendo del procesador (8, 16, 32 o 64 bits) será la rapidez con la que se pueden hacer dichas operaciones.

Misceláneas: En estas operaciones caen todas las demás operaciones como la transferencia de bits.

Unidad de Control.

La unidad de control es el conjunto de sistemas digitales secuenciales (aquellos que tienen memoria) que permiten distribuir la lógica de las señales.

Registros.

Los registros son las memorias principales de los procesadores, ya que funcionan a la misma velocidad que el procesador a diferencia de otras memorias un tanto más lentas (como la RAM, FLASH o la CACHE).

2.2.6.2 Periféricos.

Los periféricos son circuitos digitales que nos permiten una interacción con el mundo exterior al microcontrolador. Su función es la de poder habilitar o deshabilitar las salidas digitales, leer sensores analógicos, comunicación con terminales digitales o sacar señales analógicas de una conversión digital.

Puertos de entrada/salida paralelos: Los puertos están relacionados al tamaño del procesador, es decir que un puerto de 8 bits es porque el procesador es de 8 bits. Un procesador de 64 bits, tiene la capacidad de tener un puerto de 64 bits.

Puertos seriales: Nos permiten transformar la información digital pararela (bytes de información) en tramas que se pueden transferir por una o varias líneas de comunicación. Existen por ejemplo: puerto serial, i2c, SPI, USB, CAN, etc.

Periféricos analógicos: Como los que convierten señales analógicas a digitales (ADC) o señales digitales a analógicas (DAC) o comparadores analógicos.

2.2.6.3 Memoria.

La memoria está dividida en tres. La memoria para el programa (FLASH), la memoria para los datos o variables del programa (RAM) y la memoria para configuraciones o no volátil (EEPROM).

2.2.7 Oscilaciones de Potencia.

Causas comunes por la conexión y desconexión de circuitos del sistema eléctrico cuando se producen variaciones de potencia. Esto debido a que los generadores no toman instantáneamente el ángulo de la impedancia de la carga, sino después de varias oscilaciones amortiguadas, pudiéndose inclusive perder el sincronismo, esto se traduce en una sobrecarga ya que las corrientes generadas son de diferente frecuencia a la frecuencia industrial.

2.2.8 Breakers eléctricos.

Montilla (2010). “Los interruptores de corriente o “breakers” son aparatos esenciales para la seguridad de cualquier construcción que utilice un cableado eléctrico. Si hay demasiada electricidad, estos aparatos simplemente interrumpen el flujo eléctrico hasta que el problema sea solucionado. Sin los interruptores de corriente (o sin los fusibles el uso cotidiano de la electricidad sería impráctico por los peligros que se correrían por problemas en las conexiones.” Al llegar la electricidad hasta una casa o edificio la planta de energía eléctrica, se distribuye en un gran circuito formado por circuitos más pequeños. En un extremo del circuito el cableado se conecta con la planta de energía, y el otro extremo, el cable neutro, se dirige hacia tierra. Esto produce la corriente a lo largo del circuito.

2.2.9 Tableros eléctricos.

En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son la parte principal. En los tableros eléctricos se encuentran los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación. En términos generales, los tableros eléctricos son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

2.2.10 Protectores de sobretensión.

Nieto (2012). “Un protector de sobretensión también llamado protectores eléctricos (o supresor de tensión) es un dispositivo diseñado para proteger dispositivos eléctricos de picos de tensión ya que gestionan o administran la energía eléctrica de un dispositivo electrónico conectado a este. Un protector de sobretensión intenta regular el voltaje que se aplica a un dispositivo eléctrico bloqueando o enviando a tierra voltajes superiores a un umbral seguro.

2.2.11 Perturbaciones Eléctricas.

Son las alteraciones de un sistema eléctrico con cualquier valor de tensión entre fase y tierra, cuyo valor pico, es mayor que la tensión nominal o tensión que causan un daño o pérdida del aparato para esto el sistema requiere la rápida acción de los esquemas de protecciones para no dañe los equipos.

2.2.12 Sobretensión Temporal.

González, (2007). “Tensión oscilatoria en fase o entre fases y tierra de larga duración no amortiguadas o en su defecto ligeramente amortiguado. Las sobretensiones temporales consisten en cambio de amplitud de la componente 60Hz de la tensión o sus armónicas por defecto de operaciones de maniobra, cambios en el flujo de potencia reactiva, fallas o bien ferresonancias. La sobretensión, si es superior al 20 % de la tensión nominal y de acuerdo a la ubicación al codo de la curva de magnetización de los transformadores puede ocasionar una fuerte saturación del núcleo magnético, variaciones en el núcleo, entre otros, además se genera corriente armónicas que pueden producir resonancia en el sistema dando origen sobretensiones adicionales.

2.2.13 Sobretensión de Maniobra.

Son tensiones transitorias que se producen por cambios bruscos en el sistema, son de corta duración (mili-microsegundos) y que son altamente amortiguadas. Las posibles causas de sobretensiones de maniobra son: apertura de corriente de falla, falla Kilométricas (fallas en una línea a una distancia de algunos Kilómetros del interruptor) Apertura de transformadores en vacío y reactores, apertura de circuitos capacitivos.

2.2.14 Sobretensión Atmosférica.

Zambran (2008). “Son elevaciones de la tensión causadas por descargas eléctricas atmosféricas entre nube y tierra, que impactan en instalaciones y líneas de tensión, estas sobretensiones son unidireccionales y de muy corta duración y su valor depende de la tensión del sistema.” Las descargas pueden ser:

Directas: Cuando alcanzan directamente algunos conductores de fase.

Indirectas: Cuando la descarga se produce sobre los cables de guarda, las torres o elementos de apantallamiento o blindaje.

Inductivas: Corresponde cuando la descarga tiene lugar en las cercanías de líneas o instalaciones.

En la figura 5 se pueden observar las 3 sobretensiones, la temporal, de maniobra y la atmosférica.

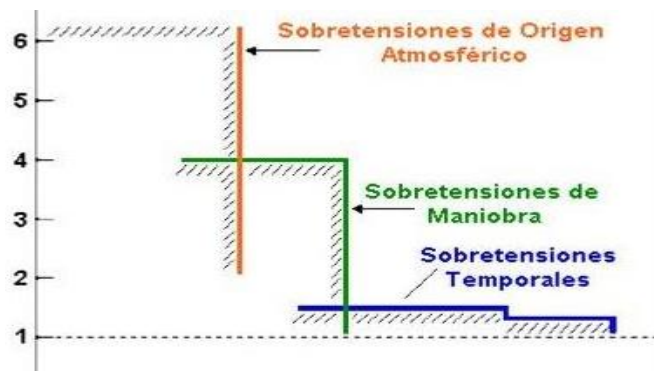


Figura 6. Sobretensiones de Maniobra, temporal y atmosférica.

Fuente: Unefa – Sobretensiones internas (2012)

2.2.12 Compatibilidad Electromagnética

La compatibilidad electromagnética está definida según la “Práctica recomendada para el monitoreo de la Calidad de Potencia” IEEE 1159 – 1995, como: “La capacidad de un dispositivo, equipo o sistema de funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético sin introducir disturbios electromagnéticos intolerables a cualquier otro equipo que se encuentre en su ambiente”. Los disturbios electromagnéticos indicados en la definición son señales que afectan, por radiación o conducción, a las características físicas de la onda de tensión y corriente, y por ende afectan el buen funcionamiento de los equipos eléctricos. Es por ello, que, tanto en Europa como en los Estados Unidos, se han desarrollado niveles de compatibilidad electromagnética para perturbaciones conducidas y radiadas con respecto a los equipos eléctricos, los cuales se han tomado como criterios de diseño. Cuando se habla de niveles de compatibilidad electromagnética nos referimos a su definición: “máximo grado de perturbación, que no debe afectar al correcto funcionamiento de cualquier aparato o equipo”.

2.3 Bases Legales.

El sector eléctrico venezolano comenzó a desarrollarse hace más de un siglo; sin embargo, no es hasta el 21 de septiembre de 1999, que se establece el Marco Regulatorio, cuando el Presidente de la República en ejercicio de la atribución que le confiere el numeral 8 del artículo 236 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 1º, numeral 11 de la Ley lo autoriza para dictar Decretos con Rango, Valor y Fuerza de Ley, en las Materias que se Delegan, dicta el Decreto con Rango y Fuerza de Ley del Servicio Eléctrico, luego reformado por la entonces Asamblea Nacional mediante la Ley Orgánica del Servicio Eléctrico, publicada en la Gaceta Oficial N° 5.568 extraordinaria el 31 de diciembre de 2001. Posteriormente, dicha disposición fue derogada por la resolución N° 381.792 del 14 de diciembre de 2010 mediante la Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico (LOSSE). Durante la vigencia del referido decreto, se dicta el

Reglamento General de la Ley de Servicio Eléctrico (RGLSE), publicado en la Gaceta Oficial N° 5.510 extraordinaria el 14 de diciembre de 2000.

Por otra parte, en lo que corresponde a la seguridad laboral, En Venezuela, la principal norma jurídica mediante la cual se rigen las obligaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo es la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, del 25 de julio de 2005.

Esta Ley que promueve la implementación del Régimen de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el marco del nuevo Sistema Seguridad Social, abarca la promoción de la salud de los trabajadores, la prevención de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, la atención, rehabilitación y reinserción de los trabajadores y establece las prestaciones dinerarias que correspondan por los daños ocasionados por enfermedades ocupacionales y accidentes de trabajo.

El ámbito de aplicación de esta Ley viene desarrollado en su artículo 4, en el que se especifica que las disposiciones en ella contenidas son aplicables a los trabajos efectuados bajo relación de dependencia por cuenta de un empresario, independientemente de la naturaleza del trabajo, lugar donde se ejecute, persiga o no fines de lucro y se realicen o no en mandato de una organización pública o privada.

El estándar de la IEEE C62.41.2-2002 – Practica recomendada sobre caracterización de sobretensiones en circuitos de alimentación alterna de bajo voltaje, especifica que, El alcance de esta práctica recomendada es caracterizar el entorno de sobretensión en ubicaciones en circuitos de alimentación de CA descritos en IEEE C62.41.1-2002 mediante formas de onda estandarizadas y otros parámetros de estrés. Las sobretensiones consideradas en esta práctica recomendada no superan el medio ciclo de la forma de onda de la red normal (frecuencia fundamental) en duración. Pueden ser eventos periódicos o aleatorios y pueden aparecer en cualquier combinación de conductores de línea, neutros o de puesta a tierra. Incluyen sobretensiones con amplitudes, duraciones o tasas de cambio suficientes para causar daños al equipo o alteraciones operativas. Si bien los dispositivos de protección contra

sobretensiones (SPD) que actúan principalmente sobre la amplitud del voltaje o la corriente a menudo se aplican para desviar las sobretensiones dañinas.

Los motores eléctricos pueden suministrarse con diferentes tensiones asignadas, 218-242 V, 380-420 V y 655-725 V; y para diferentes tensiones de red, 230 V, 400 V, 690 V. Según la norma IEC 60034-1, el motor eléctrico de inducción debe ser capaz de funcionar de manera satisfactoria cuando se alimenta con tensiones hasta 10% por encima o debajo de su tensión nominal, siempre que la frecuencia sea la nominal. Si hubiera simultáneamente variación en la frecuencia, la tolerancia de variación de tensión es reducida de manera que la suma de las dos variaciones (tensión y frecuencia) no pase del 10% (WEG, 2012).

La Norma IEC 947-1, EN 60947-1 – Condiciones normales de empleo para aparatos eléctricos y electrónicos, establece que, Las condiciones normales de empleo indicadas en esta sección se aplican generalmente a los aparatos que funcionan dentro de los límites de tensión hasta 1.000 V en corriente alternada o 1.500 V en corriente continua, a no ser que las normas específicas para el producto establezcan condiciones diferentes. Los valores y las definiciones indicadas aquí se han obtenido de la norma internacional IEC 947-1, equivalente a la norma europea EN 60947-1 “Reglas generales para aparatos eléctricos de baja tensión”. Donde se establecen las siguientes condiciones:

Temperatura Ambiente:

Temperatura máxima: +40 °C con temperatura media en las 24 horas no superior a +35°C; límite inferior de temperatura: -5 °C

Altura:

Hasta 2.000m

Humedad:

Humedad relativa no superior al 50 % con temperatura de +40° C; humedades relativas superiores se admiten a temperaturas inferiores, por ejemplo, 90 % a +20 °C

Grado de polución del ambiente

Para los aparatos eléctricos y electrónicos se consideran los siguientes grados de polución:

Grado 1: No hay polución o puede hacer polución seca no conductora.

Grado 2: Normalmente los aparatos pueden usarse en presencia de sustancias contaminantes no conductoras; accidentalmente se puede prever una conductividad temporánea causada por la condensación.

Grado 3: Presencia de polución conductora o de polución seca no conductora, que se vuelve conductora a causa de la condensación.

Grado 4: La polución provoca conductividad persistente y elevada; dicha polución puede ser provocada, por ejemplo, por polvos conductores, lluvia o nieve.

2.4 Definición de Términos Básicos.

- **Armónicos:** Son voltajes o corrientes senoidales que tienen frecuencia de múltiplos enteros de la frecuencia fundamental, estas formas de onda se combinan con la frecuencia fundamental y provocan distorsión en la forma de onda, esta distorsión armónica es provocada por las características no lineales de los aparatos o cargas conectadas.
- **Autotransformador:** Es un tipo de transformador eléctrico donde el primario y el secundario comparten el mismo devanado único común, se utiliza un solo devanado como devanado primario y secundario. Pero en un transformador de dos devanados se utilizan dos devanados diferentes para fines primarios y secundarios.
- **Caídas de tensión (SAGS):** Son disminuciones de corta duración en la tensión de estado estable y algunas veces duran muchos segundos (0.5 a 30 ciclos y más). Pueden tener efectos muy pequeños sobre cargas sensibles si la caída en

la tensión no es mayor del 10 al 20%, o pueden tener un mayor efecto (similar a una salida o corte de energía).

- **Desbalance de tensión:** Es definido como la razón entre la componente de secuencia negativa y la componente de secuencia positiva. La tensión de secuencia negativa en los sistemas de potencia es el resultado del desequilibrio de carga lo cual causa un flujo de corriente de secuencia negativa.
- **Interrupción o pérdida completa de tensión:** Una interrupción ocurre cuando la tensión de alimentación o la corriente de carga decrecen a menos de 0,1 p.u. para un período de tiempo que no exceda 1 min. Son causados por fallas en la operación de breakers o fusibles, fallas en el sistema eléctrico, fallas de los equipos o el mal funcionamiento de los sistemas de control pueden dar como resultado una interrupción, lo que puede provocar daños o mal funcionamiento de los equipos electrónicos.
- **Interrupción sostenida:** Se considera una interrupción sostenida a la pérdida completa de voltaje por un período de tiempo mayor a un minuto. Son de naturaleza permanente y requieren intervención manual para el restablecimiento de la energía eléctrica del sistema.
- **Sobretensiones:** La sobretensión es un aumento, por encima de los valores establecidos como máximos, de la tensión eléctrica entre dos puntos de un circuito o instalación eléctrica. En la mayoría de los casos, pueden causar graves problemas a los equipos conectados a la línea, desde su envejecimiento prematuro hasta incendios o destrucción de los mismos.
- **Ruido:** El ruido es definido como una señal eléctrica no deseada con contenido espectral de banda amplia, menor de 200 KHz, superpuesta a la tensión o corriente de los conductores de fase o en los conductores de neutro o conductores de señal. Los ruidos en un sistema de potencia pueden ser causados por equipos electrónicos de potencia, circuitos de control, equipos de arco, cargas con rectificadoras de estado sólido y maniobras del sistema.

- **Subtensión:** Las subtensiones son el resultado de los eventos adversos que causan sobretensiones. El cierre de una carga o la apertura de un banco de condensadores pueden causar una subtensión hasta que el equipo regulador de tensión del sistema pueda ajustar la tensión dentro de los límites de tolerancia. Los circuitos sobrecargados pueden también resultar en subtensiones.
- **Variaciones de la frecuencia:** Las variaciones de la frecuencia suministro son definidas como la desviación de la frecuencia fundamental de su valor nominal especificado (60Hz para nuestro caso). El tamaño del desplazamiento de la frecuencia y su duración depende de las características de la carga y de la respuesta del sistema de control de generación a cambios de la misma. En sistemas modernos de potencia interconectados, la probabilidad de que presente variaciones significativas de frecuencia es casi nula.
- **Variaciones de tensión de larga duración:** Las perturbaciones de larga duración tienen que ver con variaciones del valor eficaz de la tensión durante tiempos mayores a 1 minuto.

2.5 Cuadro Técnico-Metodológico.

Cuadro de Operacionalización de Variable.

Objetivo de la Investigación	Diseñar un sistema de protección para monitorear sobretensiones y sobrecorrientes en la Planta Torrefactora de Café Guri.			
Variables	Definición de la Variable	Dimensiones	Indicador	Instrumento
Voltaje (V)	Magnitud que da cuenta de la diferencia en el potencial eléctrico entre dos puntos determinados.	Valor del voltaje en la red de alimentación	LCD	Observación directa

Corriente (I)	Flujo de carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de los electrones.	Valor de la corriente en la red de alimentación	LCD	Observación directa
Potencia (W)	Cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. Se mide en Watts (W).	Valor de energía eléctrica absorbida	LCD	Observación directa

Fuente: Griman, Lunar (2021)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de la Investigación.

De acuerdo a Navarro, C. (2009), “las investigaciones se clasifican según el nivel de profundidad, el diseño y el propósito”. Por su parte, el nivel de profundidad se refiere al alcance de la investigación. El tipo de investigación depende de lo que se pretende demostrar con la investigación que se realice: “a) sólo explorar la situación objeto del estudio; b) describir las variables de dicha situación; c) correlacionar estas variables o d) llegar a explicar el comportamiento de los mismos” Navarro, C.

En cuanto al propósito de la investigación el tipo de investigación del presente estudio es de tipo factible. Según Hurtado (2008, p.47), un proyecto factible o una investigación factible, consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular de conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo. La misma es una investigación de tipo factible, ya que, la propuesta a presentar consiste en llevar a cabo el desarrollo de un prototipo para un sistema, donde se desea establecer una solución para problemática real planteada en el Capítulo I de la presente investigación.

3.2 Diseño de la Investigación

Bavaresco (2006, p.29) indica que este tipo de investigación es aquella que se realiza en el propio sitio de estudio, donde se encuentra el objeto del mismo; permitiendo así el conocimiento más a fondo del problema de la investigación. Según Arias (2006, p. 31) la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente, de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes.

En efecto, se puede definir como investigación de campo a la investigación que se realiza en el lugar que se pretende estudiar, pero sin alterar las condiciones existentes del mismo, es decir, solo permite el estudio más amplio del problema, es de suma importancia tener presente que en el tipo de investigación de campo el medio que se estudia no se modifica.

La investigación de campo, “Es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos” Arias (2006, p.31). La investigación de campo se utiliza para cumplir con los objetivos de la investigación, como lo es el objetivo de Diagnosticar el sistema eléctrico actual de la torrefactora de café Guri.

3.3 Nivel de la Investigación.

Según Fidiás Arias, (2006). La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

De acuerdo al problema planteado referido al diseño del sistema de monitoreo contra sobretensiones y sobrecorrientes utilizando microprocesadores en la planta torrefactora de café, y en función a sus objetivos, se incorpora el nivel de dicho estudio denominado Investigación Descriptiva.

En esta oportunidad la investigación es del tipo cuantitativo. Según Bryman (2004), la investigación cuantitativa considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medicación numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas.

Así mismo, por las características que posee el presente trabajo es evidente que cumple con las especificaciones de proyecto factible, ya que consiste en la elaboración de una propuesta para el monitoreo de sobrevoltajes y sobrecorrientes, así de esta manera satisfacer las necesidades planteadas. Con respecto a este punto un proyecto factible de acuerdo con Hurtado (2008), consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en una área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo (p. 47).

3.3 Población y Muestra.

Las estadísticas de por sí no tienen sentido si no se consideran o se relacionan dentro del contexto con que se trabajan. Por lo tanto, es necesario entender los conceptos de población y de muestra para lograr comprender mejor su significado en la investigación educativa o social que se lleva a cabo. Wigosky, (2010).

3.3.1 Población.

Hurtado. J. (2008), define la población como un: “conjunto de seres que poseen la característica o evento a estudiar y que se enmarcan dentro de los criterios de inclusión” (p.141). Igualmente, acota a la población como: “conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que presentan características comunes” (p. 137).

Igualmente, acota a la como: “conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que presentan características comunes” (p. 137). Se puede decir por lo antes

expuesto que una población es un conjunto de personas o elementos que poseen una característica en común que los une y convierte en objetos de estudio necesarios para una investigación. En este caso se usará a los sistemas de protección, como población, siendo la muestra para la investigación, el sistema de protección de sobretension y sobrecorrientes de la Torrefactora de Café Guri.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Según Arias (2006), define las técnicas e instrumentos de recolección de datos como, las distintas formas o maneras de obtener la información, mediante instrumentos los cuales son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos.

3.4.1 Observación Directa

Hurtado (2008, p 449), expresa que la observación representa un proceso de recopilación, visualización, selección y registro de información para el cual, el investigador se apoya en sus sentidos, en la investigación holística se define la observación como la apertura integral de la persona, con respecto a lo que circunda. La selección, registro sistemático y codificación de un conjunto de hechos, situaciones y conductas.

Según Sabino (1996, p.90) comenta que, la observación consiste en el uso sistemático de los sentidos del investigador orientados a la captación de la realidad que se quiere estudiar, y haciendo énfasis en aquellos factores que le resulten de importancia y relevancia para la ejecución de la investigación.

En síntesis, la observación representa la técnica cuya base está fundamentada en relación a lo que el investigador percibe del medio que estudia, en otras palabras, la observación consiste en registrar lo que realmente está ante sus ojos, se define como una técnica que genera información real y facilita el procesamiento de datos referente a una situación de estudio.

En cuanto a la Investigación de Campo las técnicas de recolección de datos, según Palella, S. y Martins, F, (2010), “son las distintas formas o maneras de obtener la información”. Para el acopio de los datos se utilizará la técnica de entrevista. Según

Wigosky, (2010), “La entrevista es una técnica de recopilación de información mediante una conversación profesional, con la que además de adquirirse información acerca de lo que se investiga, tiene importancia desde el punto de vista educativo; los resultados a lograr en la misión dependen en gran medida del nivel de comunicación entre el investigador y los participantes en la misma.”

3.4.2 Revisión Documental

La revisión documental es hacer una recopilación de información sobre textos e investigaciones generados por otros investigadores que tienen relación directa o indirecta con la problemática que es razón de estudio. Para Hurtado (2008) la revisión documental, “...es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros como textos en sí mismo constituyen los eventos de estudio.” (pag. 427).

Para esta investigación se aplicó la técnica de revisión documental, consultando textos asociados al estudio de sobrecorrientes y sobrevoltajes presentes en la red de alimentación eléctrica.

3.4.3 Entrevista no Estructurada

Bavaresco (2006, p. 51), define la entrevista como otro instrumento de la técnica de observación mediante uso de la encuesta, pero esta vez dada de forma verbal por parte del informante, por ser una fuente primaria, se requiere de la elaboración de preguntas muy bien pensadas antes de estar los entrevistadores frente a los entrevistados, es decir, deben ser planificadas o estructuradas, de manera sistemática, aun cuando ellas pueden ser no estructuradas.

Entrevistas no estructuradas: son más informales, más flexibles y se planean de manera tal, que pueden adaptarse a los sujetos y a las condiciones. Los sujetos tienen la libertad de ir más allá de las preguntas y pueden desviarse del plan original. Su desventaja es que puede presentar lagunas de la información necesaria en la investigación.

En cuanto al diseño documental, el instrumento de recolección de datos para el mismo según, Arias, (2006), podría ser: “...cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p.

69). Por lo tanto, los instrumentos de recolección de datos en este caso son los registros de información en forma digital y en físico tales como: libros, páginas web, investigaciones previas, entre otros, relacionados con la temática de estudio, ya que los mismos soportan teóricamente el desarrollo de la investigación. El análisis documental es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada sistemática.

De acuerdo con lo establecido, las técnicas de recolección de datos se deben adecuar al tipo de necesidad que busca solventar el presente trabajo de investigación, con lo cual se limita al tipo, modelo y diseño de investigación estipulado para el desarrollo de los objetivos propuestos.

3.5. Técnicas de Análisis de Resultados.

El análisis e interpretación de los resultados según Hurtado (2010), “Son las técnicas de análisis que se ocupan de relacionar, interpretar y buscar significado a la información expresada en códigos verbales e icónicos” (p.17).

Sierra (1999), indica que la tabulación es una técnica de procesamiento de la información recolectada, la cual permite al investigador tabular, codificar y analizar los datos relativos a una variable, indicadores o ítems.

Los datos deben presentarse en cuadros gráficos o relaciones de datos para que, tomándose como base, se pueda realizar un análisis, que tiene como punto de partida la separación de todos los elementos que se consideran importantes, y servirán para responder a los objetivos planteados en la investigación.

3.6. Fases Metodológicas.

Fase I: Diagnosticar la situación actual del comportamiento del suministro eléctrico hacia la torrefactora de café Guri.

En esta primera fase el objetivo principal es estudiar e investigar el estado actual de la del suministro de energía eléctrica que está recibiendo la empresa torrefactora, de manera de poder establecer todas las perturbaciones con las que se estará trabajando y basar el diseño del sistema de protección sobre dichas alteraciones.

Fase II: Caracterizar las condiciones eléctricas y operativas del tostador Petroncini de la Torrefactora de Café Guri C.A.

Así mismo, ya estudiada y evaluada las perturbaciones que puedan presentarse en la energía eléctrica, se procede a estudiar la máquina eléctrica Tostador de café de la marca Petrocini, determinando cuales son las condiciones de la red que soporta dicha máquina sin que se presente algún deterioro o falla en la misma, para garantizar una buena protección en caso de que la corriente, tensión y potencia sobrepase dichos límites establecidos.

Fase III: Definir el sistema de protección para monitorear sobretensiones y sobrecorrientes en la planta torrefactora de Café Guri.

La meta principal de este objetivo, es la búsqueda de un circuito de seguridad el cual cumpla la primordial función proteger la máquina eléctrica si ocurre en ella algún fallo de sobretensión o sobrecorriente, además establecer un diseño que disponga de una interfaz sencilla de entender y mediante el cual se pueda observar perfectamente los valores referentes a la tensión, corriente y frecuencia de la energía eléctrica que recibe la empresa, así mismo, observar el comportamiento de las mismas y examinar las perturbaciones en la red, diagnosticado el estado eléctrico de la torrefactora.

Fase IV: Estudiar las factibilidades técnicas, sociales, ambientales y económicas del sistema de protección para monitorear sobretensiones y sobrecorrientes en la planta torrefactora de café Guri C.A.

Después de haberse realizado el sistema de protección planteado, se pretende estudiar todas aquellas ventajas que trae consigo el circuito de seguridad a la torrefactora de café, de manera de poder crear una nueva realidad en dicha empresa en cuanto a seguridad laboral y ambiental, además de reducir gastos inmensos si ocurriera algún fallo en la red de alimentación del tostador.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Este capítulo tiene por objetivo plantear todos los datos, parámetros y resultados relacionados con el Diseño de un Sistema de Protección para Monitorear Sobrecorrientes y Sobretensiones en la Planta Torrefactora de Café Guri, para así poder realizar el análisis propuesto en las fases metodológicas.

4.1. Fase 1: Diagnostico de la situación actual del comportamiento del suministro eléctrico hacia la torrefactora de café Guri

Un sistema de alimentación eléctrico ideal, suministra a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes. El suministro de energía eléctrica se enmarca una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente eléctrica, en un tiempo dado y en una ubicación dada en el sistema de potencia. Sin lugar a dudas, el suministro eléctrico es una de las formas más efectivas, limpias y económicas de conducir la energía primaria de los sitios donde puede obtenerse, hasta los lugares donde se requiere para ser convertida en formas de energía capaces de satisfacer las necesidades de los usuarios.

Para que el servicio de electricidad sea confiable y de calidad, su infraestructura debe operar ininterrumpidamente las 24 horas del día y los 365 días del año. Se requiere de las empresas eléctricas un esfuerzo permanente para operar y realizar el mantenimiento, la modernización y la expansión de esa infraestructura. De lo contrario,

sucede lo que ha venido ocurriendo desde hace varios años en Venezuela, un servicio eléctrico deficiente, con perturbaciones, múltiples averías que afectan a las empresas venezolanas.

Los sistemas eléctricos de potencia normalmente sufren perturbaciones que son debidas a causas externas: tales como las tormentas eléctricas o fuertes vientos; o internas: como los cortocircuitos o las maniobras de elementos de la red.

Las cargas domésticas e industriales contienen cada vez más circuitos electrónicos que se alimentan de corriente que no es senoidal pura. Desde el punto de vista de la red eléctrica, esto se traduce en que ésta debe alimentar un gran número de cargas que rectifican la corriente y por ello, la forma de onda de la corriente que consumen resulta alterada, de forma que ya no es una onda senoidal, sino una superposición de ondas senoidales con frecuencias múltiplos de la frecuencia de red. Además de esto, el mercado eléctrico es cada vez más exigente en cuanto a la provisión del servicio; no sólo se requiere un suministro sin interrupciones, sino se pretende un nivel de calidad uniforme y superior al del pasado.

Una vez explicado la calidad de suministro eléctrico ideal, analizaremos la alimentación y el comportamiento de la red eléctrica que posee la Torrefactora de Café Guri C.A en la actualidad. Dicha empresa se encuentra alimentada por un arreglo de transformadores triásicos de 100kVA como se muestra en la figura 7, los cuales suministran a la empresa una tensión de .



Figura 7. Transformadores Trifásicos de 100kVA

Fuente: Griman, Lunar (2021)

Luego, las 3 líneas de alimentación ingresan al módulo de Corpoelec, como se muestra en la figura 8 donde son debidamente sensadas para mantener el control del consumo de la Torrefactora de Café Guri C.A, además en este módulo se pudieron medir las 3 líneas de alimentación de la Torrefactora a través de una pinza amperimétrica y un voltímetro, de tal manera que se pudo corroborar la tensión y corriente de entrada que se suministra a la empresa,



Figura 8. Módulo Corpoelec – Cliente

Fuente: Griman, Lunar (2021)

Donde los datos obtenidos se pueden visualizar en la tabla 2.

Datos Modulo Corpoelec – Cliente				
Voltaje	Modulo	Voltaje	Modulo	Corriente Modulo

Tabla 3. Datos alimentación de Entrada

Fuente. Griman, Lunar (2021)

Posteriormente la red de alimentación proveniente del módulo es reducida por un autotransformador como se muestra en la figura 9, el cual se utiliza para variar el valor del voltaje, pero en cantidades muy pequeñas, en este caso reduce la tensión a 400 ± 5%. De manera que esta tensión es distribuida a todas las maquinas eléctricas presentes en la Torrefactora de Café Guri, específicamente al tostador Petroncini.



Figura 9. Autotransformador

Fuente: Grimán, Lunar (2021)

Una vez realizadas las medidas correspondientes, podemos analizar la situación actual con respecto al suministro eléctrico de la Torrefactora de Café Guri C.A, podemos determinar que, los valores de tensión y corriente eléctrica se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la empresa, de forma que se puede concluir que la Torrefactora de Café Guri C.A recibe en promedio un buen suministro de energía eléctrica, pero esto no quiere decir que no estará sujeta a diferentes perturbaciones, actualmente la situación del suministro y calidad de energía eléctrica que posee Venezuela se encuentra en decadencia, resaltando que en la actualidad se han realizado diferentes estudios en las redes eléctricas venezolanas, donde se destaca que la cantidad de sobretensiones que se están produciendo en las líneas eléctricas han aumentado su presencia, por lo que fue necesario proponer el diseño de un circuito de protección

contra sobretensiones y sobrecorrientes, de manera que cuando se produzca una alteración en la red eléctrica el circuito propuesto sea capaz de minimizar los efectos de las perturbaciones hacia la carga.

4.2. Fase 2: Caracterización de las condiciones eléctricas y operativas del Tostador Petroncini de la Torrefactora de Café Guri C.A.

El tostador Petroncini como toda máquina eléctrica, es de suma importancia en el campo laboral cafetalero, por lo tanto para su óptimo funcionamiento, se requieren de una serie de parámetros los cuales ya vienen determinados por el fabricante, para que la máquina puede acoplarse a la red de una forma idónea con características fundamentales como trabajar a la frecuencia de la red, ya que manipulación de los parámetros de estas máquinas a ciertas condiciones pueden ocasionar cambios irreversibles en la misma, es por esto que las características eléctricas y operativas del tostador, además de sus protecciones tiene que ser debidamente estudiadas para que el funcionamiento de la máquina eléctrica sea el correcto.

Entre algunas de las condiciones establecidas por el fabricante, en este caso la empresa Petroncini, esta establece que:

El edificio en el que se instalará la máquina debe estar equipado con una red de tierra adecuada, protección contra descargas atmosféricas, protección contra sobrecargas y contactos accidentales, y estar libre de perturbaciones internas y externas o estar equipado con filtros diseñados para contenerlas.

La tensión de alimentación debe ser estable dentro de los límites establecidos por la normativa vigente a la fecha de instalación.

Clima

La máquina y su equipo eléctrico pueden funcionar correctamente dentro de los siguientes límites climáticos:

Temperatura ambiente mínima: + 5 ° C

Temperatura ambiente máxima: + 40 ° C

Temperatura ambiente media máxima en 24 horas: + 35 ° C

Humedad relativa máxima (sin condensación): 30% a 90%

Características Eléctricas

Maquina	TT 120
Suministro	AC3 + N + T
Voltaje	400 V
Frecuencia	60 Hz
Voltaje Auxiliar	24 V AC1
Corriente Nominal	55 A

Tabla 4. Características Eléctricas TT 120

Fuente: Manual de Fabricante

Potencia Consumida

Maquina			TT 120
Motor del Tambor	MT	kW	2,2
Motor de Aspiración	AC	kW	2,2
Motor mezclador	MX	kW	1,1
Refrigeración del Motor	AR	kW	5,5
Quemador de Maquina	BT	kW	0,37
Quemador postcombustión	BF	kW	0,37
Total		kW	11,64

Tabla 5. Valores de potencia consumida por los motores del TT 120

Fuente: Manual del Fabricante

Análisis de Resultados

Las mediciones realizadas en las instalaciones de la Torrefactora de Café Guri C.A, consto en someter al tostador de café a diferentes ciclos de trabajo, midiendo de esta forma los diferentes valores de tensión y corriente eléctrica que maneja la maquina al momento de trabajar con diferentes tipos de carga. Dicho estudio se efectuó con el fin de analizar el rango de valores que manejaría el circuito de monitoreo del tostador, además de poder determinar el sensor corriente que será necesario para realizar la medición correctamente.

El proceso de obtención de medidas se ejecutó mientras que la maquina eléctrica realizaba su proceso de tostado que comúnmente se desempeña en la Torrefactora de Café Guri C.A, de forma que el sensado de tensión y corriente eléctrica se aplicó para las diferentes etapas del tostado de café, como lo son: tostado del café, enfriamiento del producto y las dos etapas al mismo tiempo. Donde los resultados obtenidos son los que se muestran en la tabla 6.

Día 1	Datos del Tostador Petroncini			
Motor	Tambor / Aspirador	Tambor / Aspirador	Tambor / Enfriador / Aspirador	Tambor / Enfriador / Aspirador
Carga	Sin Carga	Tambor:180Kg	Enfriador:180Kg	Tambor: 180Kg Enfriador: 180Kg
Línea T	13.3A	16.28A	37 A	48.5 A
Línea S	14.32 A	15.8 A	36.5 A	47.5 A
Línea R	14.9 A	18.2 A	33 A	45.1 A
Día 2	Datos del Tostador Petroncini			
Motor	Tambor / Aspirador	Tambor / Aspirador	Tambor / Enfriador / Aspirador	
Carga	Sin Carga	Tambor 180Kg	Enfriador 180Kg	
Línea T	12.44 A	15.94 A	35.75A	
Línea S	14.97 A	14.50 A	31.5 A	
Línea R	16.44 A	17.73 A	37.5 A	

Tabla 6. Valores de Corriente y Voltaje del tostador

Fuente: Griman, Lunar (2021)

Una vez realizadas las medidas al tostador de café, se determinó que el rango de valores para los cuales el sensor de corriente y la lectura del circuito de monitoreo deberá tener una resolución mínima, estará comprendida entre 12 A hasta llegar los 55 A el cual es el valor de corriente máximo permitido por el tostador de café Petroncini, de igual forma el sensor selecciona se encuentra capacitado soportar cierta tolerancia de la corriente máxima.

4.3 Fase 3: Definición del el sistema de protección para monitorear sobretensiones y sobrecorrientes en la planta torrefactora de café Guri.

En esta fase se da a conocer los elementos necesarios para realizar el procesamiento de datos, el sistema para medir los valores de corriente, de voltaje y la potencia consumida por la carga, tomando en cuenta los valores que se muestran en la figura 10.

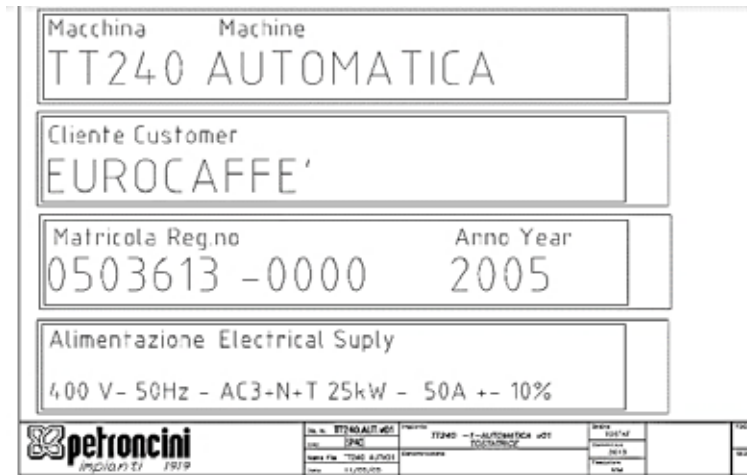


Figura 10. Placa de Tostador marca Petroncini

Fuente: Griman, Lunar (2021)

El diseño del sistema, estará comprendido por dos circuitos eléctricos, un circuito de monitoreo y protección contra sobrecorriente en el cual se encarga de sensar la intensidad y la tensión eléctrica, además al momento de presentarse una perturbación en la corriente, el circuito está capacitado con un varistor, el cual tendrá la función principal de despejar dicha variación eléctrica. Asimismo, donde luego gracias a un proceso de acondicionamiento de la señal, estas variables sensadas pueden ser visualizadas a través de un LCD. Por otra parte, el circuito restante consta de un sistema de protección contra sobrevoltajes, el cual está diseñado para que, al momento de presentarse una alteración eléctrica en la tensión, este circuito sea capaz de desviarla, protegiendo de esta manera a la carga.

Circuito de adquisición de señal, monitoreo de variables

En la elaboración del sistema de adquisición de señal, se diseñó un circuito, que contuviera un PIC16F883, un LCD de 16x2 y un sensor de corriente ACS712, siendo este último un sensor de efecto Hall.

Efecto Hall

Es la diferencia de potencial generada por la separación de cargas del campo eléctrico en el interior de un conductor por el cual circula una corriente eléctrica. Al tomar un conducto determinado y circular por el mismo una corriente eléctrica en un sentido, se creara una tendencia a generar una separación entre cargas eléctricas que se sitúan de forma ortogonal al flujo de la corriente aplicada, al someter este conductor a un campo magnético, las cargas que se sitúan en los extremos ortogonales a la circulación de corriente aumenta y este aumento de carga da como resultado una diferencia de potencial que podrá ser medida con un voltímetro y que será proporcional al campo magnético aplicado al mismo.

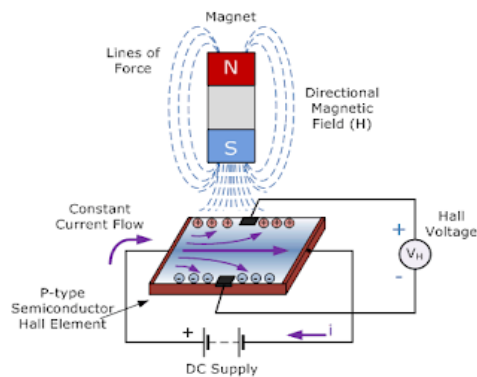


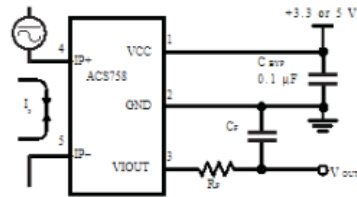
Figura 11. Efecto Hall

Fuente: Elecpl – Sensado de Corriente Eléctrica (2021)

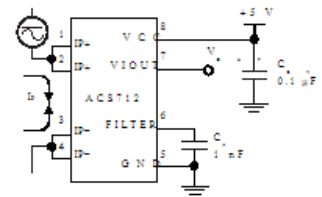
ACS712 – ACS758

Explicado anteriormente, la maquina eléctrica marca Petrocini, trabaja con una corriente de un amperaje de 50, pero para fines prácticos se estará trabajando en la simulación con un amperaje de 25 A, siendo esto no problemático a la hora del montaje, puesto que tanto el sensor de corriente ACS712 (30 A) y ACS758 (50-100 A), trabajan de la misma forma. Lo único

a tomar en cuenta es su sensibilidad a la hora de programar el pic, el sensor de 50 A tiene una sensibilidad de 40 m V/A mientras el ACS712 es de 66 m V/A.



ACS758



ACS712

El sensor a usar es una pequeña placa, que soporta un sensor de corriente de Allegro, el ACS712 30A está basado en el efecto Hall lineal, que ofrece una e con un aislamiento eléctrico de hasta 2,1 kV RMS, según indica el fabricante. Esta versión acepta una entrada de corriente continua de hasta 30 A y una salida de tensión analógica proporcional (66 mV/A) que mide 500 mV. Cuando la corriente de entrada es cero. El error de salida típico es de $\pm 1,5\%$. Opera desde 4,5 V a 5,5 V y está pensado para su uso en sistemas de 5 V.

Valor Equivalente, Eficaz o RMS

El valor equivalente de una corriente o voltaje sinusoidal es 0,707 de su valor máximo. El valor equivalente es denominado valor efectivo de la cantidad sinusoidal. Matemáticamente el valor eficaz corresponde a la raíz cuadrada del valor medio de la función cuadrática, o valor cuadrado medio.

En la figura 12 se puede observar la señal sinusoidal indicando el valor máximo, valor eficaz, el valor pico a pico y el valor promedio.

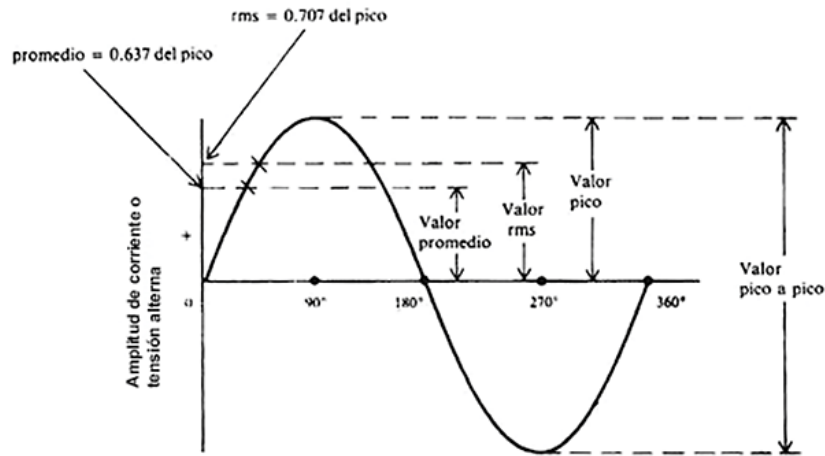


Figura 12. Valor eficaz de una señal sinusoidal

Fuente: Sapiensman – Corriente Alterna

PIC 16F883

Pin Diagrams – PIC16F883/886, 28-Pin PDIP, SOIC, SSOP

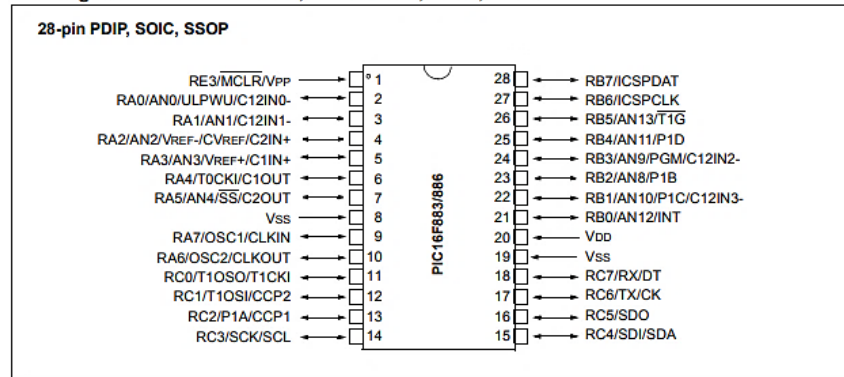


Figura 13. PIC 16F883

Fuente: Electrónicos Caldas

El método implementado para la realización del medidor de las variables eléctricas, es basado en montar la señal alterna a medir en una continua a 2.5V (el punto medio de representación del ADC del MCU con 5V). Para ello se agrega un offset mediante un divisor resistivo y un atenuador de tensión para ingresar la alterna con offset al ADC con una amplitud reducida debido a que el ADC de un microcontrolador no tiene la posibilidad de tomar muestras negativas de una señal.

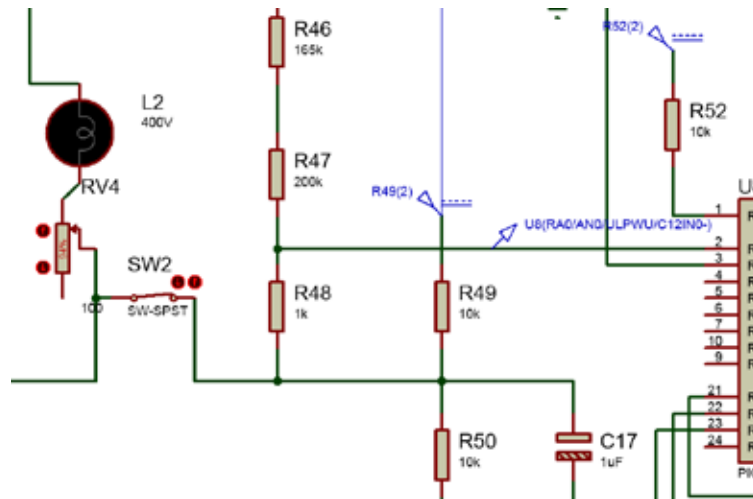


Figura 14. Circuito de Adquisición de datos

Fuente: Griman, Lunar (2021)

El divisor resistivo conformado con R49 y R50, las resistencias R48 y R47 se utilizan para dividir la tensión de 5V en dos partes iguales, 2.5V en su punto central, esta tensión será la que sumaremos a la alterna de entrada, montando la alterna. El capacitor C17 proporciona una rama de baja impedancia para la señal alterna a GND.

En el programa del microcontrolador, se calcula el valor eficaz aplicando la fórmula de la figura 15, tomando en cuenta los 2.5 V, para ello se implementó el software Pic C Compiler.

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i^2} = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}{n}}$$

Figura 15. Valor eficaz de una señal sinusoidal

Fuente: Sapiensman – Voltaje RMS



Figura 16. Comportamiento del Offset 2.5 V

Fuente: Elecpl – Sensado de Corriente Eléctrica (2021)

Esto será para la medición de tensión, en corriente se utiliza un circuito integrado dedicado ACS712 de 30A. El módulo ACS712 está representado dentro del cuadro de línea punteada en la figura 17.

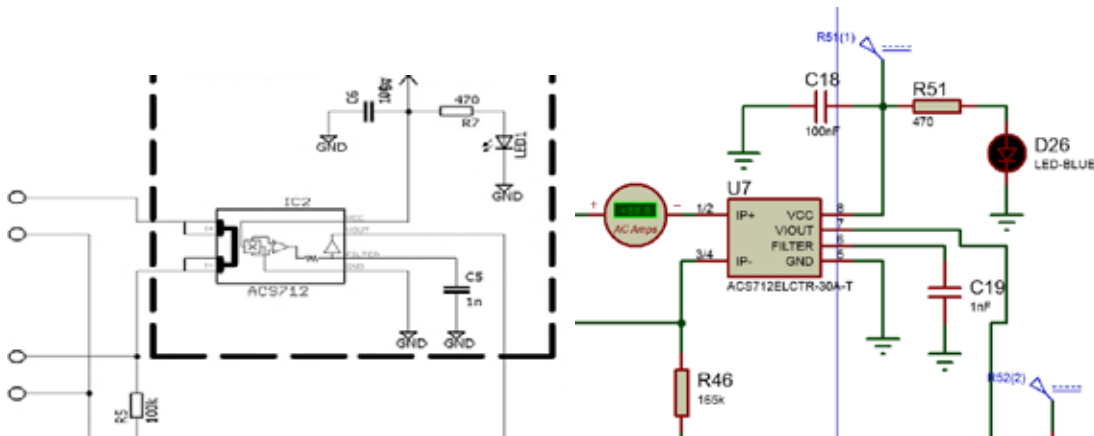


Figura 17. Módulo ACS712

Fuente: Griman, Lunar (2021)

Se diseñó un algoritmo para la digitalización y cuantificación de la señal analógica proveniente del sensor, en el software PIC C Compiler, se muestran a las variables de Potencia, Voltaje y Corriente de la alimentación, para ello se incluye el Pic 16F883, su oscilador, se aplica la fórmula anteriormente explicada para el cálculo

del voltaje RMS, se lee la señal obtenida por el sensor, como se puede apreciar en el código mostrado en la figura 18, y finalmente es mostrado por el LCD.

```

1  #include <16F883.h>
2  #define adc=10
3  #define delay(1000000)
4  #define LCD_ENABLE_PIN PIN_B2
5  #define LCD_RS_PIN PIN_B0
6  #define LCD_RW_PIN PIN_B1
7  #define LCD_DATA4 PIN_B4
8  #define LCD_DATA5 PIN_B5
9  #define LCD_DATA6 PIN_B6
10 #define LCD_DATA7 PIN_B7
11 #include <LCD_C>
12 #include <math.h>
13 #define CONST_CORRIENTE 16
14 #define CONST_TENSION 518
15 void main(){
16     setup_adc_ports((AN0|AN1|VSS_VDD));
17     setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_2);
18     int16 i, adc2=0;
19     #float adc1=0, valorMax1=0, adc2=0, valorMax2=0;
20     #float tension, corriente, potencia;
21     lcd_init();
22     while(true){
23         do{
24             set_adc_channel(0);
25             #float read_adc()=512;
26             delay_us(200);
27         }while(adc2<10);
28         for(i=0;i<300;i++){
29             set_adc_channel(0);
30             adc1=(read_adc()*5.0/1023.0)-2.5;
31             delay_us(10);
32             valorMax1=adc1>valorMax1?adc1:valorMax1;
33             set_adc_channel(1);
34             adc2=(read_adc()*5.0/1023.0)-2.5;
35             delay_us(10);
36             valorMax2=adc2>valorMax2?adc2:valorMax2;
37         }

```

Figura 18. Código Pic 16F883 en Software Pic C Compiler

Fuente: Griman, Lunar (2021)

Además, en la figura 19 se puede observar que se estableció para lecturas de tensión mayores a 437V y lecturas de corriente mayores a 29 A, se muestra en la pantalla LCD el mensaje de “Tensión Alta” y “Corriente Alta”.

```

42 if(tension>437.0||corriente>29.0){
43     lcd_gotoxy(1,1);
44     printf(lcd_putc, "tension Alta ");
45     lcd_gotoxy(1,2);
46     printf(lcd_putc, "Corriente Alta ");
47 }else{
48     lcd_gotoxy(1,1);
49     printf(lcd_putc, " V:K1.1f ",potencia);
50     lcd_gotoxy(1,2);
51     printf(lcd_putc,"V:K1.2f A:K1.2f",tension, corriente);
52 }
53 valorMax1=0;
54 valorMax2=0;
55 }
56 }

```

Figura 19. Código Mensaje en LCD

Fuente: Griman, Lunar (2021)

Antes de nuestro circuito de monitoreo, se encuentra un circuito de protección que consta de un Varistor y un Fusible, que se encarga de impedir el paso de sobrecorriente y sobretensión al circuito de monitoreo, en la figura 20 se observa el diseño completo del sistema.

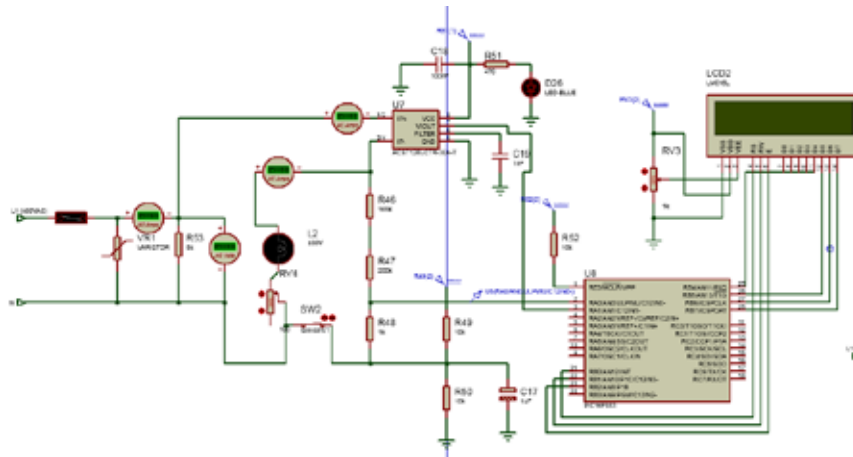


Figura 20. Circuito de Monitoreo Final

Fuente: Griman, Lunar (2021)

Circuito de Protección

El circuito diseñado para la protección contra perturbaciones eléctricas (ver figura 21) ofrece seguridad para subidas de tensión. El mismo está calibrado para disparar por alto voltaje luego de superar los 440V, es decir, que la corriente solo circulara a la carga cuando el voltaje se encuentre entre los rangos 400V – 440V.

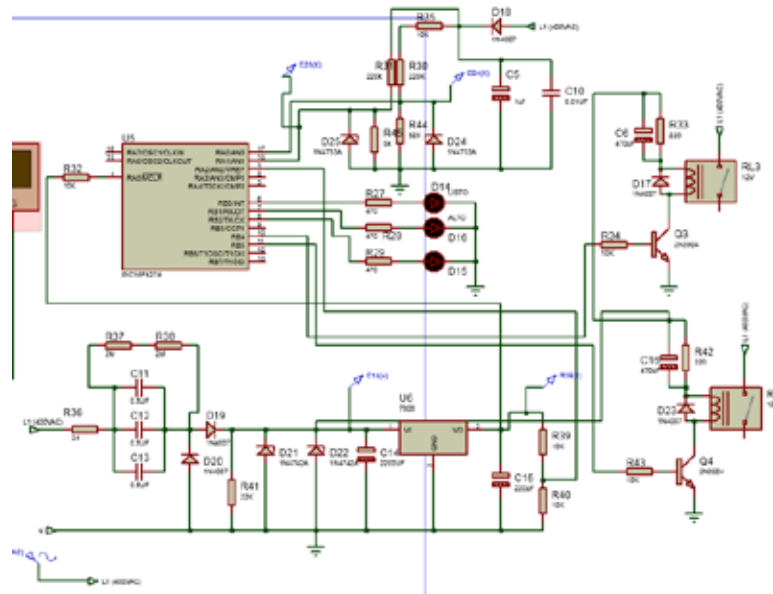


Figura 21. Circuito de Protección contra Sobretensiones

Fuente: Griman, Lunar

Componentes del Circuito:

Circuito Regulador de Voltaje

El sistema de protección se arma con un circuito regulador de voltaje compuesto por una fuente capacitiva como se puede observar en la figura 22 la cual es una fuente que utiliza la reactancia de un condensador para reducir la tensión de línea hasta bajo voltaje, resultan muy prácticas, pues ocupa muy poco espacio, es ligera y considerablemente económica, en comparación con un transformador reductor común, pero estos circuitos poseen dos importantes limitaciones: La primera, que por las prestaciones solicitadas en el condensador se pueden utilizar sólo para alimentaciones de baja potencia. La segunda es que, por razón de la falta de aislamiento eléctrico, el circuito de utilización debe estar encapsulado para evitar el contacto directo con las personas.

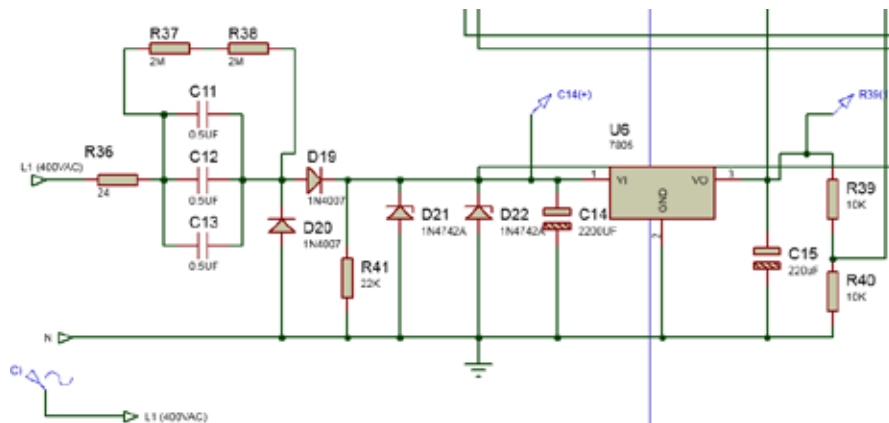


Figura 22. Circuito Regulador de Voltaje

Fuente: Griman, Lunar

Además, el circuito regulador también está conformado por diodos zener (ver figura 22), el cual consiste en un semiconductor diseñado para conducir en la dirección inversa cuando se alcanza un determinado voltaje especificado, conocido como tensión zener. Una vez alcanzada la tensión zener, los terminales del zener no varían, permanecen constantes, aunque aumente la tensión de alimentación.

Y por último el circuito en si posee un regulador de voltaje 7805, como se observa en la figura 22 dicho regulador es un circuito integrado cuya finalidad es mantener un

voltaje estable de 5V en su pin de salida, independientemente del voltaje aplicado a su pin de entrada. Puede soportar corrientes de hasta 1A. Esto lo hace ideal para alimentar al microcontrolador que estaremos utilizando, que en este caso es el PIC 16F627A.

PIC 16F627A:

El PIC 16F627A (ver figura 23), es un microcontrolador CMOS totalmente estático basado en Flash de 8 bits. Este microcontrolador presenta un oscilador interno de 4MHz, 128 bytes de memoria de datos EEPROM, una captura / comparación / PWM, un USART, 2 comparadores y una referencia de voltaje programable. El PIC 16F627A tiene características principales mejoradas, una pila profunda de ocho niveles y múltiples fuentes de interrupción internas y externas.

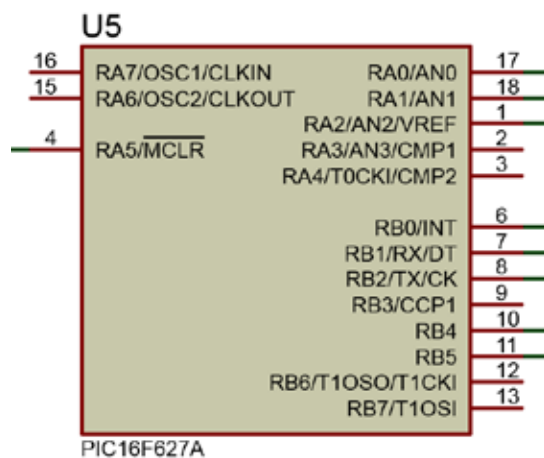


Figura 23. PIC 16F627A

Fuente: Griman, Lunar

Algunas de sus características más importantes son:

- Programación de baja tensión
- Modo de reloj de baja velocidad
- Oscilador interno de 4MHz
- Referencia de voltaje en chip
- Modo de ahorro de energía
- Pull-ups débiles programables en el puerto B
- Maestro multiplexado clear / input-pin

Temporizador de vigilancia con oscilador independiente para un funcionamiento confiable

Programación de bajo voltaje

Programación en serie en circuito (a través de dos pines)

Protección de código programable

Restablecimiento de apagado y reinicio de encendido

Temporizador de encendido y temporizador de arranque del oscilador

Rango de temperatura industrial y extendida

Aplicaciones: Administración de potencia, instrumentación y medida, automoción, industrial, electrónica de consumo

Las especificaciones técnicas del microcontrolador son:

Tipo: CMOS

Familia: PIC16F6XX

Velocidad de CPU: 20 MHz

Tamaño memoria programable: 1.75 KB

Tamaño memoria RAM: 224 Byte

Número de entradas / salidas: 16 E/S's

Tipo interfaz integrada: USART

Tensión de alimentación mínima: 3 V

Tensión de alimentación máxima: 5.5 V

Encapsulado: DIP

Número de pines: 18

Modelo: 92C4515

Funcionamiento del Circuito de Protección

Al energizar el circuito se encienden en secuencia los leds para verificar que funcionan todos, esta rutina tarda alrededor de 30seg para poder asegurar un buen comportamiento de la red eléctrica. Luego si el voltaje está dentro de rango el led verde

permanece fijo, y el relay se activa y deja pasar la corriente indicando que la red posee un buen suministro eléctrico.

Por otra parte, si ocurre una perturbación en la línea eléctrica, pasará a encenderse el led rojo, activándose la salida auxiliar la cual solamente se apaga si se normaliza la tensión. Siempre que se produzca una anomalía en la tensión, el circuito está diseñado para realizar la reconexión luego de haber transcurrido 4 minutos, siendo conveniente este tiempo para la carga que está siendo protegida.

Para poder calibrar el circuito, de manera que pueda disparar contra sobretensiones en el momento indicado, fue necesario realizar algunos cálculos, como lo son las resistencias , y como se observa en la figura 24 Para dicho cálculo fue necesario la ecuación que se muestra a continuación.

Donde es la tensión RMS en AC a la cual quiere que dispare el circuito por sobretensión en este caso 400V, de tal manera que los datos fueron los siguientes:

, donde luego fue modificada para tener una mejor calibración a la hora de la protección, obteniendo como resultado final

$$R_{44} = 928 \text{ Ohms}$$

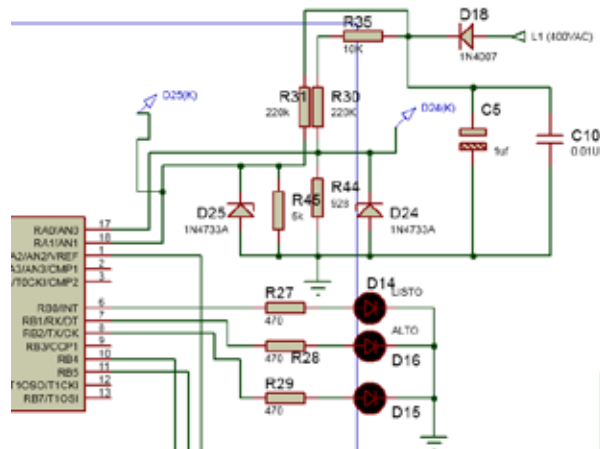


Figura 24. Resistencias para la calibración de Sobretensión

Fuente: Griman, Lunar

Por ultimo tenemos a la salida del Microcontrolador un circuito conformado por un relé y un transistor. El relé es interruptor eléctrico que permite el paso de la corriente eléctrica cuando está cerrado e interrumpirla cuando está abierto, pero que es accionado eléctricamente, no manualmente.

El relé está compuesto de una bobina conectada a una corriente. Cuando la bobina se activa produce un campo electromagnético que hace que el contacto del relé que está normalmente abierto se cierre y permita el paso de la corriente por un circuito, de esta manera se alimenta al tostador de café Petroncini de manera segura.

Por otro lado, transistor BJT NPN específicamente el 2N3904 (ver figura 25), este dispositivo electrónico de estado sólido de unión bipolar utiliza las propiedades del silicio para amplificar señales de voltaje o corriente. Funciona en tres regiones semiconductoras, las cuales son: corte, saturación y amplificación. Se puede aplicar una pequeña corriente en la región base, para controlar una corriente mayor que fluirá entre las regiones (emisor y colector). Este transistor es de bajo costo, practico para conectarlo a un protoboard y suficientemente robusto para ser usado en experimentos electrónicos. Además, posee diferentes aplicaciones, como interruptor electrónico, amplificador de señales o como conmutador de baja potencia, esta última aplicación es

la verdadera función que tiene el transistor 2N3904 en este circuito. Algunas especificaciones técnicas del transistor son:

Tipo de Transistor: NPN

Serie: 2N3904

Encapsulado: TO-92

Pines: 3

Altura: 18 mm

Longitud: 4.19 mm

Ancho: 3.45 mm

Peso de la unidad: 453.600 mg

VCBO Máxima Colector-Base: 65 V

Tensión VEBO Máxima Emisor-Base: 6 V

Tensión Máxima Colector-Emisor: 40 V

Corriente del Colector I_c : 200 mA

Frecuencia Máxima de Funcionamiento: 300 MHz

Temperatura de Funcionamiento Máxima: +150 °C

Temperatura Mínima de Funcionamiento: -55 °C

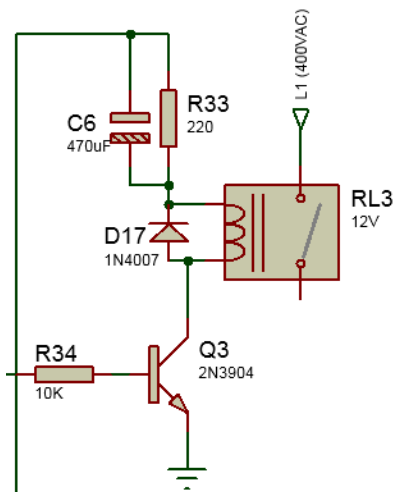


Figura 25. Circuito de Alimentación hacia la carga

Fuente: Griman, Lunar

Diagrama de Flujo del algoritmo del Circuito de Protección

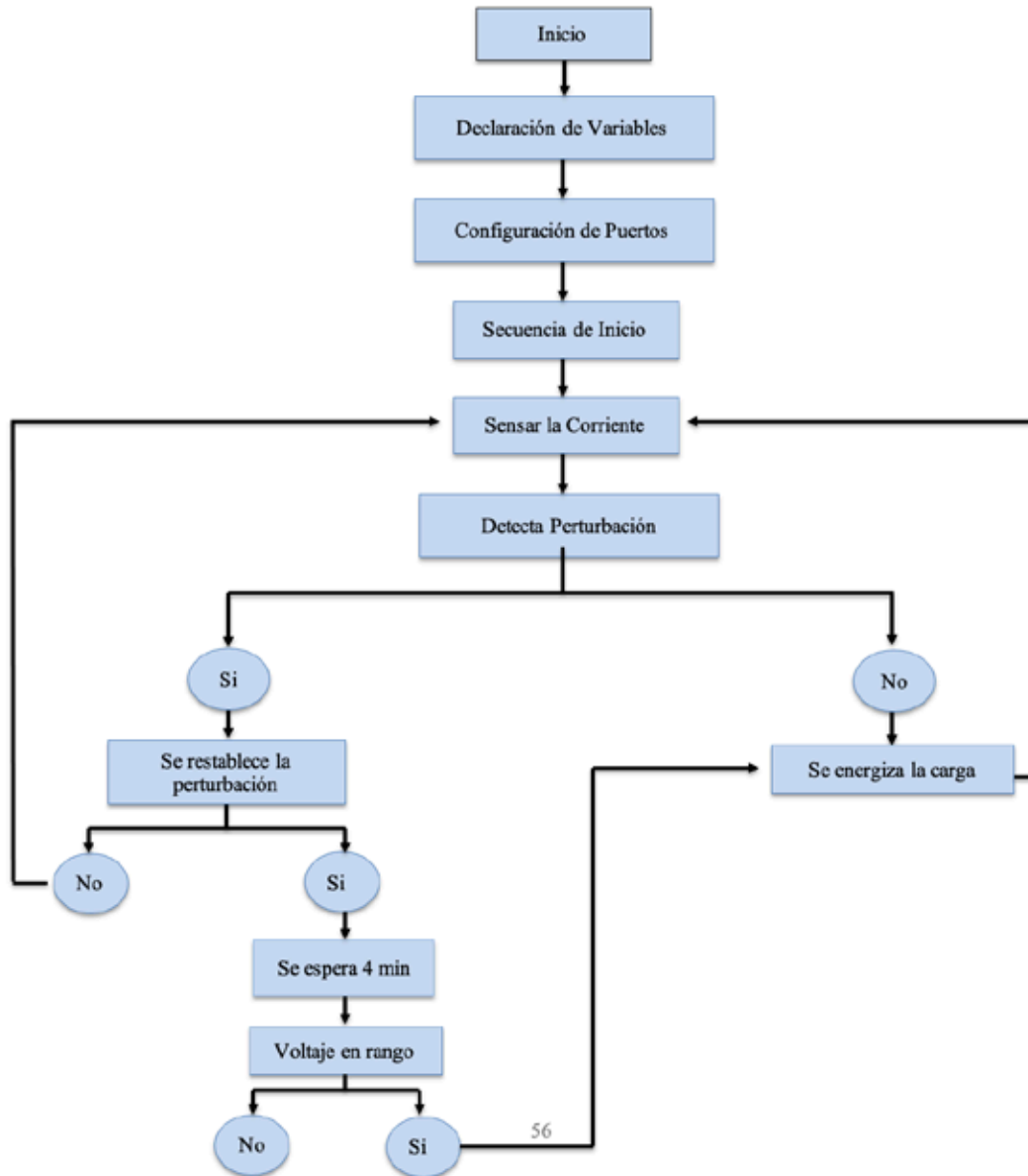


Figura 26. Diagrama de Flujo algoritmo de protección

Fuente. Griman - Lunar

4.4 Fase 4: Estudio de las factibilidades técnicas, sociales, ambientales y económicas del sistema de protección para monitorear sobretensiones y sobrecorrientes en la planta torrefactora de café Guri C.A.

Para iniciar con este análisis es necesario conocer el concepto de factibilidad, el cual se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados. Este estudio sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo del proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, correspondiente a dar continuidad al desarrollo o implementación.

Factibilidad Ambiental

Día a día aumenta el consumo de nuevas tecnologías, van dejando obsoletos una gran cantidad de productos. Si bien el dinamismo del mercado eléctrico y electrónico contribuye al desarrollo económico de los países, estos se ven enfrentados a un gran problema: La Basura Electrónica. El problema radica en que éstos poseen sustancias peligrosas como plomo, mercurio, cadmio y berilio, entre otros, que pueden provocar daños a la salud y al medio ambiente. Por esto, se torna indispensable que las personas y las empresas actúen responsablemente, seleccionando alternativas que permitan realizar una correcta gestión de los residuos al final de su vida útil.

Es por esto que, el circuito si se propone hacerlo de manera práctica, se aconseja utilizar elementos electrónicos reciclados, el reciclaje de residuos de este tipo de dispositivos adquiere gran importancia. Si bien la cantidad de residuos electrónicos es un problema, comienza a aparecer una nueva alternativa de negocios. Residuos que antes iban a parar a vertederos convencionales se convierten hoy en materia prima para nuevos procesos productos. Con esto no sólo se incluye la variable medioambiental a sus servicios, sino que también se da un valor agregado a los clientes, en especial a aquéllos certificados con la ISO 14000, que, a la hora de evaluar propuestas en procesos de licitaciones, preferirán un proyecto medioambientalmente sustentable.

A su vez, dado que el proyecto consiste en el montaje de dispositivos adicionales sobre instalaciones eléctricas ya existentes, el impacto ambiental producto de las actividades del objeto de la empresa no es significativo.

Factibilidad Social

El circuito diseñado, al ser un dispositivo que proporcione tanto seguridad a la maquina eléctrica como al trabajador que se encuentre operándola, ya que este se puede ver afectado indirectamente si ocurre una perturbación eléctrica mientras que la maquina está siendo manipulada, por lo tanto es un circuito electrónico que también ofrece seguridad laboral, protegiendo al colaborador de diversas adversidades eléctricas, además de prometer que operador realice sus actividades laborales en las condiciones de seguridad apropiadas según los requisitos que dicha actividad exige. De forma que, el circuito propuesto crea un ambiente de confianza entre el operador y el tostador de café.

Análisis Económico

En este punto se realizará el análisis económico de los componentes necesarios para la realización del Sistema de Monitoreo y Protección:

COMPONENTE	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Fusible 30 A	2	2	4
Varistor 440 V	1	5	5
Resistencia	28	0.5	14
Potenciómetro	2	2	4
ACS712 – ACS758	1	4	4
Capacitor Electrolítico	6	0.5	3
Capacitor Cerámico	6	0.5	3
Led	4	0.2	0.8
PIC 16F627A	1	3	3
PIC 16F883	1	4	4
Regulador 7805	1	3	3
Relé 12 V	2	5	10

Pantalla LCD 16x2	1	3	3
1N4007	5	1.5	7.5
1N4733A	2	1.5	3
1N742A	2	1.2	4.4
2N3904	2	0.2	0.4
Total			76.1\$

Tabla 7. Costos de Componentes

Fuente. Griman, Lunar

Tomando en cuenta que el monto total es un precio aproximado y que puede variar de acuerdo al proveedor.

Comparando el precio total del circuito de protección y monitoreo de tensión y corriente contra otros diseños ya establecidos en el mercado, podemos determinar que el sistema propuesto a lo largo de este trabajo es un **84%** más económico que uno de los modelos de menor precio del mercado, lo que trae como ventaja ofrecer a la empresa Torrefactora de Café Guri C.A, un producto que está capacitado para realizar, no solo la misma tarea de los instrumentos que brinda la competencia, sino que también el circuito eléctrico propuesto ofrece funciones adicionales, como la protección de la carga al momento de presentarse alguna alteración eléctrica, por lo tanto lo tanto lo hace un producto atractivo al mercado de instrumentos de protección de este tipo de maquinarias.

Factibilidad Técnica

La Factibilidad Técnica se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto. Es por ello, que este circuito se diseñó tomando en cuenta la facilidad que tendrá el empleado para operarlo, el circuito de protección contra sobretensiones, se encuentra totalmente automatizado, si se llegara a presentar una perturbación eléctrica en la línea de alimentación, el circuito está diseñado para que luego de transcurrir 4 minutos de la alteración eléctrica, si el voltaje se encuentra dentro de los parámetros establecidos, el sistema se restablece

automáticamente, de forma que al operador no se le dificulte el manejo del prototipo. Además, el circuito de monitoreo no posee complejidad alguna para su debido manejo, solamente que al momento de presentarse alguna sobrecorriente, gracias al varistor despeje esta contaminación eléctrica y se tendrá que cambiar el fusible que posee el circuito, el cual al momento del diseño práctico del sistema se aconseja que este se coloque en un lugar dentro del circuito de fácil alcance para el operador, de manera que su cambio se realice de forma rápida y segura.

CONCLUSIONES

Es evidente, que en el transcurso las dos últimas décadas, la incidencia de equipamiento eléctrico/electrónico en el ámbito industrial ha ido tomando relevancia y, en consecuencia, sus efectos en las redes eléctricas. En consonancia con el desarrollo tecnológico, las industrias han incorporado más y más dispositivos eléctricos que se encargan de desempeñar las tareas que normalmente concernían a los operarios. En consecuencia, dichos dispositivos han crecido en complejidad, para así poder controlar un sinnúmero de tareas en la actualidad, logrando así un lugar importante dentro del proceso.

Actualmente existen dos factores esenciales e indispensables por lo cual nuestro diseño tiene que ser instalado en la industria, primeramente, la reglamentación vigente, la cual exige el uso de dispositivos de protección contra sobretensiones en las instalaciones eléctricas, y en segundo lugar, la infraestructura eléctrica del país que ha sufrido un deterioro constante y sostenido, lo cual ha desencadenado una cantidad excesiva de fluctuaciones en las líneas de alimentación eléctrica, causando daños severos a la maquinaria. De forma tal, que para este tipo de equipos se abren muchas oportunidades en el mercado, no solo por la instalación de la protección en sí misma, sino para la adecuación y mantenimiento de las instalaciones existentes de acuerdo a la normativa.

Es por esta razón que se vio la necesidad de diseñar un sistema de monitoreo y protección contra sobretensiones y sobrecorrientes para el tostador de café, el cual es la máquina eléctrica que brinda las mayores ganancias hacia la empresa, y por ende uno de los activos más valiosos. Es por ello que este tipo de protección garantiza más beneficios horas/máquinas, alargando la vida útil de este equipo eléctrico. El circuito propuesto fue diseñado correctamente, se corroboró su perfecto funcionamiento a la hora de presentarse alguna perturbación eléctrica, además el circuito de monitoreo demostró una correcta medición de las variables eléctricas, cumpliendo completa y satisfactoriamente con el objetivo general de este trabajo de grado.

RECOMENDACIONES

Hacer un diseño práctico del circuito propuesto, de forma tal que, se pueda analizar el funcionamiento del sistema en campo, y realizar las adaptaciones pertinentes para su óptimo funcionamiento.

El equipo electrónico al ser un prototipo, fue diseñado para el estudio de una red monofásica, si el mismo fuese aprobado para su instalación, bastaría con tan solo duplicar el mismo circuito para cada línea de alimentación, de manera tal que se adapte a una red trifásica.

Por motivo de complejidad al momento de instalar el sistema de protección, es indispensable que su montaje sea realizado por personal especialista en el área de electricidad y con conocimiento del equipo intervenido.

El circuito propuesto puede ser adaptado a las diferentes máquinas de tensión media que posee la Torrefactora Guri, una vez determinados los requerimientos de cada equipo.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2006). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme.
- Arteaga, Lorent (2018). Desarrollo de un prototipo para un sistema de protección eléctrica y supervisión de carga para servicio eléctrico residencial bifásico. <http://www.miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/3303/1/TG599%20Completa%20Calif.%202019%20%281%29.pdf>. [Ultimo Acceso: marzo 03,2021]
- Bryman, A. (2004) Métodos de investigación social. 2a edición, Oxford University Press, Nueva York, 592.
- CPT. (2010, Marzo 13). http://www.cirprotec.com/archivos/gamas_archivos/SOBRETENSIONES_TRANSITORIAS_GAMA_CSC.pdf [Ultimo acceso: marzo 04, 2021]
- Cuadra, Davila (2016). Sistema de protección y respaldo de energía para los equipos del laboratorio de física de radiaciones y metrología de la UNAN-Managua para el año 2016. <https://repositorio.unan.edu.ni/2832/>. [Ultimo Acceso: febrero 27,2021].
- Curioseando. (2012). Recuperado el 2017, de <https://curiosoando.com/cual-es-ladiferencia-entre-corriente-alterna-y-continua> [Ultimo Acceso: febrero 25, 2021].
- Díaz, R., Briceño, M., Rivas, D.,& Cerrullo,R. (2011). MANUAL PARA LA ELABORACIÓN, DESARROLLO E INCRIPCIÓN DE PROYECOTS DE INVFESTIGACIÓN Y DE TESIS DE GRADO. Caracas, Distrito Capital, Venezuela.

Elementos del Circuito Eléctrico. (2002). Recuperado el 2017, de <http://www.linalquibla.com/TecnoWeb/electricidad/contenidos/circuito.htm> [Ultimo Acceso: marzo 07, 2021].

Figueroa, J. (s.f.). PROTECCIÓN DE SISTEMAS. FISCALAB. (s.f.). Recuperado el 2017, de <https://www.fiscalab.com/apartado/potencial-electrico-punto#contenidos>. [Último acceso: Marzo 02, 2021].

Galván H, Rosas F y Santana J. (Diciembre de 2009). Coordinación de protecciones para un sistema eléctrico industrial. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/6507/1/COORDPROTECCION.pdf>. [Último Acceso: febrero 24, 2021]

Ghandi,M. (2010). ¿Qué es un Sistema de Control?. <https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-de-control/>. [Ultimo acceso: marzo 02, 2021].

Gonzales y Pradines (2007). Análisis de software para desarrollo entorno gráfico labview y propuesta de implementación para laboratorio en el instituto de electricidad y electrónica en universidad austral de chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcig643a/sources/bmfcig643a.pdf>. [Ultimo acceso: marzo 01,2021].

Hernández Sampieri R.; Fernández Collado, C.; y Baptista Lucio, P. (1991). Metodología de la investigación. Colombia: McGraw-Hill.

Hurtado, J. (2008). El proyecto de investigación. Metodología de la Investigación Holística. Caracas: Ediciones Quirón-Sypal 4 Edición.

Leal,Celi,Alvarez (2016). Sistema integral para el diseño e implementacion de control asistido por computadora. <https://core.ac.uk/download/pdf/82033911.pdf>. [Ultimo Acceso: marzo 02,2021]

- Marmolejo, R. E. (2017, Diciembre 15).
<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>. [Último Acceso: marzo 05, 2021]
- Montesino (2016). “Evaluación de la Calidad de la Energía Eléctrica de un Sistema de Distribución de Electricidad”. Tesis de Posgrado, Caracas, Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.
- Montilla, X. (2010). Academia.edu. Recuperado el 2017, de [http://www.academia.edu/10884495/Concepto de Breakers eléctricos](http://www.academia.edu/10884495/Concepto_de_Breakers_el%C3%A9ctricos)
- Moreno, I. (2014). Área de Tecnología Electrónica. Universidad de Burgos. Recuperado el 2018
- Navarro Caro, L. (2009). Desarrollo, Ejecución y Presentación del Proyecto de Investigación. Venezuela: Liven Editores.
- Nieto, E. (2012). /fidestec.com. Recuperado el 2017, de <http://fidestec.com/blog/proteccion-contrasobretensiones-transitorias-ypermanentes/>. [Último Acceso: febrero 14, 2021]
- Olivella, D. Z. (2016). Recuperado el 2017, de <https://sites.google.com/site/inftecdelia/Inicio/club-de-interesrobotica/aparatos-electronicos-y-electrico>. [Último Acceso: marzo 01, 2021]
- Palella, S. Y Martins, F. (2010). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Caracas: Fedupel.
- Rocha N. y Lara H. (2014). Introducción a los sistemas de control. Recuperado el 2018, de 93 <http://gama.fime.uanl.mx/~agarcia/materias/ingco/apclas/01%20-%20Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20de%20Control.pdf>

Sierra (1999). Técnicas de Investigación Social. 9na Edición. Editorial: Paradinfo.

Universidad Jose Antonio Paez (2020). Manual para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos de Grado, Trabajo de Grado, Tesis Doctoral e Informe de Pasantía y Extramuros. Valencia.

Sabino, C. (1992). EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN. Caracas: Panapo.

Universitario Politécnico "Santiago Mariño". (2006). Manual de Trabajo Especial de Grado. Caracas.

UPEL. (2003). Manual de Trabajo de Grado, de Especialización Maestría y tesis Doctorales. Caracas: FEDUPEL.

Wigosky, J. (14 de Julio de 2010). Metodología de la Investigación. Obtenido de <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-ymuestra.html>. [Último Acceso: febrero 20, 2021]

Zambran, M. I. (2008). Recuperado el 2017, de <https://es.slideshare.net/xMorfe0x/estudio-de-descargas-atmosfericas-ydeterminacion-del-indice-de-riesgo-en-edificaciones-presentation>