



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACOMETIDA PARA LA MÁQUINA DE PRUEBA UNIVERSAL (TINIUS O OLSEN) DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

Propuesta tecnológica presentado previo a la obtención del Título de  
**INGENIERO ELECTROMECÁNICO**

**Autor:**

Tapia Alvarado Cristopher Daniel

**Tutor:**

Ing. Cruz Panchi Luis Rolando

Latacunga - Ecuador

Marzo- 2021



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Tapia Alvarado Cristopher Daniel declaro ser autor del presente proyecto de implementación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACOMETIDA PARA LA MÁQUINA DE PRUEBA UNIVERSAL (TINIUS O OLSEN) DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” siendo el Ing. Cruz Panchi Luis Rolando tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

**Tapia Alvarado Cristopher Daniel**

CC: 0550203392

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACOMETIDA PARA LA MÁQUINA DE PRUEBA UNIVERSAL (TINIUS O OLSEN) DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI “de TAPIA ALVARADO CRISTOPHER DANIEL, de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.**

Latacunga, Marzo del 2021



Ing. Cruz Panchi Luis Rolando

CC: 050259517-6



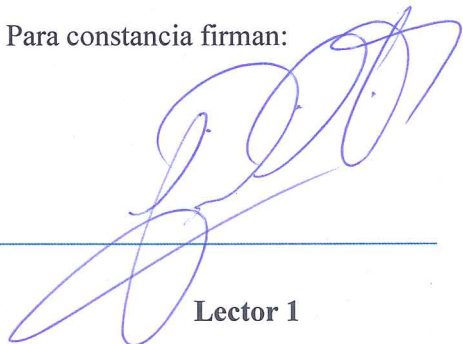
### APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS por cuanto, el postulante: TAPIA ALVARADO CRISTOPHER DANIEL con el título de Proyecto de titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACOMETIDA PARA LA MÁQUINA DE PRUEBA UNIVERSAL (TINIUS O OLSEN) DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI “Se ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga 08 de marzo del 2021

Para constancia firman:



**Lector 1**

Ing. Porras Reyes Jefferson Alberto

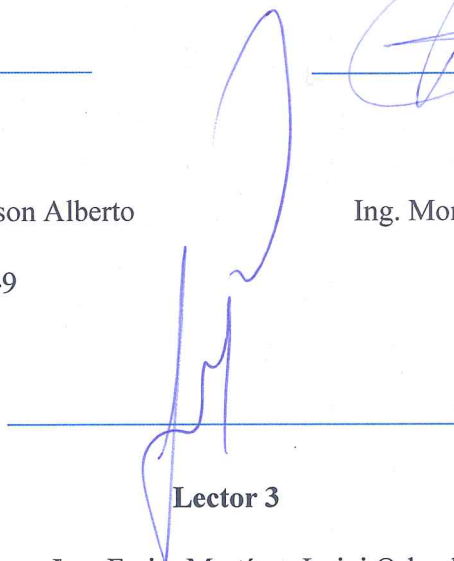
CC: 070440044-9



**Lector 2**

Ing. Moreano Martínez Edwin Homero

CC: 0502607500



**Lector 3**

Ing. Freire Martínez Luigi Orlando

CC: 0502529589



### AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de director de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi certifico que mediante el proyecto de propuesta tecnológica: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACOMETIDA PARA LA MÁQUINA DE PRUEBA UNIVERSAL (TINIUS O OLSEN) DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI “el estudiante; Tapia Alvarado Cristopher Daniel se realiza la entrega de la acometida independiente para la maquina TINIUS O OLSEN para el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

De acuerdo a lo anterior se hace constar que el proyecto de propuesta tecnológica se encuentra en las condiciones adecuadas.

Latacunga, marzo 2021



Ingeniería  
Electromecánica

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

Ing. Mauro Darío Albarracín Álvarez

C.C. 050311373-0

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco infinitamente, a Dios por darme la fuerza y sabiduría para poder culminar este proyecto a mis padres Luis y Cristina por el apoyo y consideración a mi hija Sophia que es mi pilar fundamental. A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a todos sus docentes por el conocimiento impartido en las aulas y laboratorios, a mi familia, personas y colegas que me han apoyado durante este proceso de investigación, a mi tutor el Ing. Luis Cruz por guiarme en este proyecto que fue entregado*

*Cristopher*

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de titulación dedico primeramente a DIOS por darme la oportunidad y la vida para seguir con mis sueños a mis padres Luis y a Cristina quienes me apoyaron incondicionalmente en toda mi trayectoria universitaria a mi hija Sophia por ser mi motivación a familia que aconsejaron a mis amigos los cuales compartimos esta trayectoria universitaria y pudimos cumplirlo con éxito.*

*Cristopher*

## ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
ÍNDICE .....	i
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	XV
1 INFORMACIÓN BÁSICA .....	1
2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.2 TIPO DE PROPUESTA ALCANCE .....	2
2.3 ÁREA DEL CONOCIMIENTO .....	2
2.4 SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	2
2.5 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	2
2.6 SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA .....	3
2.6.1 Situación problemática: .....	3
2.6.2 Matriz causa efecto.....	3
2.6.3 Problema.....	4
2.7 HIPÓTESIS .....	4
2.8 OBJETIVO(S) .....	4
2.8.1 Objetivo general .....	4
2.8.2 Objetivos específicos.....	4

2.9	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS .....	4
3	MARCO TEÓRICO .....	7
3.1	Antecedentes .....	7
3.2	Importancia de la calidad de la energía eléctrica .....	7
3.3	La calidad del producto.....	8
3.4	Perturbaciones en los sistemas eléctricos .....	8
3.4.1	Perturbaciones propias de la red.....	9
3.4.2	Perturbaciones externas a la red .....	10
3.5	Acometida.....	11
3.5.1	¿Qué es acometida? .....	11
3.5.2	Recomendaciones generales en acometidas .....	11
3.5.3	Tipos de acometidas .....	12
3.5.4	Especiales: .....	13
3.5.5	Clasificación de las acometidas.....	13
3.5.6	Acometida aérea B.T.....	13
3.5.7	Acometida subterránea B.T.....	14
3.6	Fallas en acometidas eléctricas .....	14
3.6.1	Causas.....	14
3.6.2	Tipos de fallas eléctricas en acometidas.....	15
3.6.3	Caída del voltaje .....	15
3.6.4	Interrupciones muy cortas .....	16
3.6.5	Interrupciones largas.....	16
3.6.6	Picos de voltaje:.....	17
3.6.7	Incremento del voltaje .....	18

3.6.8	Distorsión armónica.....	18
3.6.9	Variación de voltaje.....	19
3.7	Analizador de redes eléctricas .....	19
3.7.1	Analizador de calidad de energía-fluke (435-ii).....	19
3.7.2	Programación de analizador .....	22
3.7.3	Diagramas de Conexiones Principales .....	22
3.8	Protecciones eléctricas.....	23
3.8.1	Tipos de protecciones eléctricas en bajo voltaje .....	23
3.9	Interruptor termomagnético .....	24
3.9.1	Curva Característica interruptor termomagnético. ....	25
3.10	Tableros de distribución.....	26
3.11	Conductores eléctricos.....	27
3.11.1	Cables de baja tensión. ....	28
3.12	Cálculo de la corriente admisible del conductor.....	29
3.12.1	Cálculo de los conductores por caída de Voltaje.....	29
3.13	Cálculo de la caída de voltaje en Sistemas Trifásicos a tres hilos: .....	30
3.14	Dimensionamiento del cable.....	30
3.15	Dimensionamiento de protecciones INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO .....	31
3.16	Canalizaciones y Cajas de paso .....	31
3.17	Tuberías .....	32
3.17.1	Tubería conduit.....	33
3.18	Sistema de puesta a tierra.....	33
3.18.1	El cálculo de un sistema de puesta a tierra debe considerar los siguientes parámetros: .....	34
3.18.2	Conexión para medición de equipo a tierra .....	34

3.18.3	Valores de resistencia de la puesta a tierra.....	35
3.18.4	Sistemas que deben ser puestos a tierra según NEC (Código Eléctrico Nacional) .	36
3.19	Normativas.....	36
4	METODOLOGÍA: .....	36
4.1	Diagrama de flujo .....	37
	Fuente: Cristopher Tapia .....	37
4.2	Levantamiento de datos: .....	38
4.1	Diseño de una acometida individual para la máquina de pruebas universal Tinius Olsen (autocad).....	39
4.1.1	Selección del Calibre de Conductor para Instalaciones Eléctricas de bajo voltaje .	39
4.1.2	Cálculo de la caída de voltaje en Sistemas Trifásicos a tres hilos:.....	40
4.1.3	Selección de interruptor magnetotérmico de la acometida para la máquina de pruebas universal. ....	40
4.2	Selección de supresor de voltaje .....	41
4.3	Simulación .....	41
4.4	Implementación .....	41
4.5	Manual de la máquina.....	41
4.5.1	Conexión eléctrica .....	41
4.5.2	Conexiones de alimentación principal.....	42
4.5.3	Requerimientos determinados por el fabricante .....	43
4.6	Determinación de los límites de voltaje.....	43
4.6.1	ARCONEL .....	43
4.6.2	CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL INEN .....	45
4.6.3	Límite de factor de potencia según el ARCONEL .....	46
4.6.4	Límites de caída de tensión según la NEC/NFPA70.....	46

4.6.5	Desbalance de tensión según la IEEE 1159.....	46
4.7	Método para la medición a tierra .....	47
5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	48
5.1	Ubicación de un punto en la distribución eléctrica para instalar el equipo de medición	48
5.2	Configuración del analizador de energía Fluke 435 .....	48
5.2.1	Pasos para la conexión de analizador .....	49
5.2.2	Tiempo de medición .....	49
5.3	Análisis e interpretación de los datos obtenidos .....	50
5.3.1	Perfil de voltaje RMS medido de cada fase.....	50
5.4	Análisis e interpretación de los datos obtenidos .....	50
5.4.1	Variaciones de voltaje en el tablero (TDS5) .....	52
5.4.2	Desequilibrio de tensión en el tablero (TDS5).....	53
5.4.3	Caída de voltaje en el tablero (TDS5) .....	53
5.4.4	Perfiles y desbalance de corriente del tablero (TDS5) .....	54
5.4.5	Factor de potencia del tablero (TDS5) .....	55
5.5	Diagrama de la distribución eléctrica del taller de la Universidad Técnica De Cotopaxi	55
5.6	Mediciones.....	56
5.7	Diagrama unifilar de elementos para la acometida de la máquina de pruebas universal Tinius O Olsen.....	57
5.8	Dimensionamiento y Selección del cable para la acometida de la máquina de pruebas	58
5.9	Cálculo de caída de tensión .....	58
5.10	Dimensionamiento de cable para la conexión a tierra .....	59
5.11	Dimensionamiento y selección del interruptor termomagnético para protección de la máquina. ....	59

5.11.1	Cálculo de la corriente de corto circuito.....	60
5.12	Selección del supresor de voltaje.....	60
5.13	Selección de gabinete eléctrico.....	61
5.14	Canalización.....	61
5.15	Simulación en ETAP de caída de tensión y coordinación de protecciones .....	62
5.15.1	Curvas de coordinación de protecciones con el consumidor.....	63
5.16	Diseño de la acometida .....	64
5.16.1	Implementación de la nueva acometida (TDS14) .....	64
5.16.2	Diagrama de alimentación de la máquina de pruebas universal.....	65
5.17	Resultado de las mediciones de la acometida individual de la máquina de ensayos universal Tinius O Olsen .....	65
5.17.1	Variación de voltaje.....	65
5.17.2	Desequilibrio de tensión .....	66
5.18	Medición a tierra.....	66
5.19	Protocolo de pruebas con la nueva acometida .....	67
5.19.1	Mediciones de anteriores .....	67
5.19.2	Medición de corriente.....	67
5.19.3	Recalculo de caída de tensión:.....	67
6	<b>PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS .....</b>	<b>68</b>
6.1	Presupuesto .....	68
6.1.1	Material Eléctrico .....	68
6.1.2	Gastos directos totales .....	69
6.1.3	Gastos indirectos totales .....	69
6.1.4	Gastos totales del proyecto.....	70
6.2	<b>ANÁLISIS DE IMPACTOS.....</b>	<b>70</b>

6.3	Impacto tecnológico:.....	70
7	CONCLUSIONES.....	71
8	RECOMENDACIONES .....	72
9	REFERENCIAS .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Curva de espectro de transitorio impulsivo .....	10
<b>Figura 2.</b>	Acometida.....	11
<b>Figura 3.</b>	Acometida aérea .....	12
<b>Figura 4.</b>	Acometida subterránea .....	12
<b>Figura 5.</b>	Tiempo de interrupciones muy cortas .....	16
<b>Figura 6.</b>	Paro total de operaciones.....	17
<b>Figura 7.</b>	Interferencias electromagnéticas .....	17
<b>Figura 8.</b>	Incremento de voltaje .....	18
<b>Figura 9.</b>	Partes de un magneto térmico.....	25
<b>Figura 11.</b>	Tipos de cables de potencia.....	28
<b>Figura 12.</b>	Sistema Trifásico a tres hilos.....	29
<b>Figura 13.</b>	Tubería conduit.....	33
<b>Figura 14.</b>	Medición a tierra-método caída de potencial .....	34
<b>Figura 15.</b>	Sistemas que deben ser puestos a tierra según NEC. ....	36
<b>Figura 16</b>	Metodología utilizada.....	37
<b>Figura 17</b>	Analizador de energía.....	19
<b>Figura 18</b>	Partes del Equipo Analizador Fluke 435 .....	20
<b>Figura 19</b>	Ubicación del puerto RS-232 .....	21
<b>Figura 20</b>	Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico .....	22
<b>Figura 21</b>	Diagrama vectorial de un analizador correctamente conectado .....	23
<b>Figura 22</b>	Diagrama de conexión del analizador .....	49
<b>Figura 23</b>	Método de caída a de potencia .....	47

<b>Figura 24</b>	Perfiles de voltajes medidos en 8 días .....	52
<b>Figura 25</b>	Variaciones de tensión del tablero (TDS5).....	52
<b>Figura 26</b>	Desequilibrio de tensión en el tablero (TDS5) .....	53
<b>Figura 27.</b>	Perfiles y desbalance de corriente del tablero (TDS5) .....	54
<b>Figura 28.</b>	Factor de potencia en el tablero TDS5 .....	55
<b>Figura 29.</b>	Tablero de distribución del taller de hidroneumática (TDS5).....	56
<b>Figura 30.</b>	Diagrama unifilar de la acometida de la máquina TINIUS .....	57
<b>Figura 31.</b>	Caída de tensión .....	62
<b>Figura 32.</b>	Coordinación de protecciones .....	63
<b>Figura 33.</b>	Distribución de la nueva acometida (TDS14) .....	64
<b>Figura 34.</b>	Diagrama de alimentación de la máquina de pruebas universal.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Porcentaje de la sección transversal de conductos y tuberías para conductores	33
<b>Tabla 2.</b>	Resumen de los métodos de la resistencia a tierra.....	35
<b>Tabla 3.</b>	Valores de resistencia de puesta a tierras de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80 .....	36
<b>Tabla 4.</b>	Operacionalización de la variable dependiente .....	35
<b>Tabla 5.</b>	Operacionalización de la variable dependiente .....	38
<b>Tabla 6.</b>	Variaciones de voltaje admitidas por el CONELEC 004/01 .....	46
<b>Tabla 7.</b>	Límites según Norma EN50160 .....	45
<b>Tabla 8.</b>	Límites de corta y larga duración según norma IEEE1159 .....	46
<b>Tabla 9.</b>	Descripción de las partes del Analizador Fluke 435 .....	21
<b>Tabla 10.</b>	Requisitos de energía típicos .....	44
<b>Tabla 11.</b>	Límites de voltaje según el Conelec 004/01 .....	44
<b>Tabla 12.</b>	Rendimiento de motores con desequilibrio de tensión.....	48
<b>Tabla 13.</b>	Configuración del analizador de energía Fluke 435.....	50
<b>Tabla 14.</b>	Pasos para la conexión de analizador .....	51
<b>Tabla 15.</b>	Tiempo de medición de analizador de energía .....	51
<b>Tabla 16.</b>	Tiempo de medición .....	52
<b>Tabla 17.</b>	Resumen de las mediciones de voltaje del tablero (TDS5).....	55
<b>Tabla 18.</b>	Resumen de parámetro de voltaje medidos en el tablero TDS5.....	58
<b>Tabla 19.</b>	Datos para el cálculo del cable .....	60

<b>Tabla 20.</b>	Datos de dimensionamiento breaker .....	61
<b>Tabla 21.</b>	Datos de cálculo de la corriente de cortocircuito .....	62
<b>Tabla 22.</b>	Voltajes de operación del supresor .....	62
<b>Tabla 23.</b>	Variación de voltaje.....	67
<b>Tabla 24.</b>	Desequilibrio de tensión .....	68
<b>Tabla 25.</b>	Medición a conexión a tierra .....	68
<b>Tabla 26.</b>	Protocolo de medición .....	69
<b>Tabla 27.</b>	Mediciones anteriores demanda máxima .....	69
<b>Tabla 28.</b>	Materiales eléctricos.....	70
<b>Tabla 29.</b>	Gastos varios .....	71
<b>Tabla 30.</b>	Gastos directos totales.....	71
<b>Tabla 31.</b>	Gastos indirectos totales.....	71
<b>Tabla 32.</b>	Gastos totales.....	72
<b>Tabla 33.</b>	Conductores de cables aislados .....	94
<b>Tabla 34.</b>	Cable de alimentación de la máquina.....	95
<b>Tabla 35.</b>	Límites de caídas de tensión reglamentarios .....	95
<b>Tabla 36.</b>	Datos de del cable para conexión a tierra.....	96
<b>Tabla 37.</b>	Tabla de detalles del interruptor termomagnético .....	96
<b>Tabla 38.</b>	Selección de supresor .....	97
<b>Tabla 39.</b>	Supresor de voltaje .....	98
<b>Tabla 40.</b>	Gabinete eléctrico.....	99
<b>Tabla 41.</b>	Canalización .....	100
<b>Tabla 42.</b>	Tomacorriente para alimentación de la PC.....	100

## GLOSARIO

A = Amperios

AWG = American Wire Gauge

BT = Baja tensión

CA = Corriente alterna

CC = Corriente continua

I = Corriente

IEEE = Institute of electrical and electronics engineers

$L$  = Longitud del cable

MT = Media tensión

P = Potencia

$S$  = Sección de conductor

TDS = Tablero de distribución

TDT = Tasa de Distorsión total

THD = Total Harmónica Distorsión

THHN = Aislamiento de vinilo y termoplástico(pvc) a 90°C,600, cable de chaqueta húmeda

V = Voltaje

$V_n$  = Voltaje nominal en el punto de medición

$V_k$  = Voltaje eficaz (rms)

$\Delta V_k$  = Variación de voltaje

$\rho$  = Resistividad del cable

$\mu$  = Caída de tensión

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** “DESARROLLO DE UN MÓDULO VIRTUAL INMERSIVO PARA EL ENTRENAMIENTO DEL CONTROL DE PROCESOS DE FLUJO”

**Autores:** Tapia Alvarado Cristopher Daniel

### RESUMEN

En los talleres de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el laboratorio de resistencia de materiales existe una máquina de pruebas universales TINIUS OLSEN que es alimentada a 220V trifásico que realiza pruebas de ensayos de diferentes materiales. Este equipo llegó a tener un daño grave en la tarjeta de control del sistema de la máquina que causó su avería, este suceso se ocasionó por no tener una acometida individual para su debida alimentación eléctrica, a partir de este hecho se tomó en consideración la medición y el análisis de la calidad energía en el lugar donde el equipo se encontraba energizado, el objetivo fue posible cumplirlo ya que la Universidad facilitó el equipo de medición denominado analizador de energía Fluke 435, este tiene la capacidad de medir cualquier tipo de suceso que exista en una red eléctrica, por tal motivo se llegó a instalar en laboratorio de hidroneumática en el subtablero de distribución (TDS5) con el afán de poder determinar la calidad de voltaje, este análisis se rigió en base a los requerimientos técnicos que recomienda el fabricante y las normas IEEE1159, EN50160 y las regulaciones del ARCONEL. Gracias a estos datos se evaluó la calidad de tensión y eventos que pudieron ocasionar el daño a la misma, tomando en cuenta que la regulación del ARCONEL tiene denominado como tiempo mínimo de la medición 7 días en intervalos de 10 minutos, por este motivo se consideró medir los de eventos que se producen en ese tiempo, gracias al software POWER LOG 430-II se pudo extraer los datos y se expresó los resultados por medio de Excel justificando en curvas y porcentajes. Los resultados se encuentran en metodología, se realizó el diseño de una nueva acometida considerando los requerimientos técnicos, cálculos y las normas que delimitan los rangos de voltaje y dimensionamiento de los elementos para la acometida. Se consideró medir la nueva acometida con el analizador de energía y como resultados se mejoró la variación de voltaje sin que existan variaciones mayores al 8% y con una mejora promedio en la fase A de 1.38%, fase B de 2,79% y fase C 0,93%. También de mejoro el desbalance de tensión ya que ninguna medición superó el 1,5% de desbalance y obteniendo una mejora del 1.15%, estos datos están expresados dentro de los análisis de resultados y se rigen a los requerimientos del fabricante, límites que establece la normativas y regulaciones ya mencionadas, este proyecto fue realizado con éxito ya que la máquina se encuentra con la acometida, rangos de tensión y protecciones adecuadas al sistema.

**Palabras clave:** Calidad de energía, acometida, desbalance, caída de tensión.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**THEME:** Design and implementation of a connection for the universal testing machine (TINIUS or OLSEN) of the materials resistance laboratory at Universidad Técnica de Cotopaxi.

**AUTHORS:** Tapia Alvarado Cristopher Daniel

### ABSTRACT

In the workshops of Universidad Técnica de Cotopaxi in the materials resistance laboratory there is a universal testing machine TINIUS OLSEN that is powered at 220V three-phase that performs tests of different materials. This equipment had serious damage to the control card of the machine system that caused its failure, this event was caused by not having an individual connection for its proper electrical supply, from this fact the measurement was taken into consideration and the analysis of energy quality in the place where the equipment was energized, the objective was possible to meet since the University provided the measurement equipment called Fluke 435 energy analyzer, this has the ability to measure any type of event that exists in an electrical network, for this reason it was installed in a hydropneumatic laboratory in the distribution sub-board (TDS5) in order to be able to determine the quality of voltage, this analysis was governed based on the technical requirements recommended by the manufacturer and IEEE1159, EN50160 standards and ARCONEL regulations. Thanks to these data, the quality of voltage and events that could cause damage to it were evaluated, taking into account that the regulation of the ARCONEL has 7 days in 10-minute intervals as the minimum measurement time, for this reason it was considered to measure those of events that occur at that time, thanks to the POWER LOG 430-II software, the data could be extracted and the results were expressed by means of Excel justifying in curves and percentages. The results are found in methodology, the design of a new connection was carried out considering the technical requirements, calculations and the standards that define the voltage ranges and dimensioning of the elements for the connection. It was considered to measure the new connection with the energy analyzer and as a result the voltage variation was improved without variations greater than 8% and with an average improvement in phase A of 1.38%, phase B of 2.79% and phase C 0.93%. The voltage unbalance also improved since no measurement exceeded 1.5% unbalance



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; TAPIA ALVARADO CRISTOPHER DANIEL**, cuyo título versa “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CONEXIÓN PARA LA MÁQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL (TINIUS U OLSEN) DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**”, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**

Mg. C Nelson Wilfrido Guagchinga Chicaiza.

C.C: 050324641-5

Firmado  
digitalmente por  
1803027935 VICTOR  
HUGO ROMERO  
GARCIA  
Fecha: 2021.03.16  
12:39:04 -05'00'

**1 INFORMACIÓN BÁSICA  
PROPUESTO POR:**

Cristopher Daniel Tapia Alvarado

**TEMA APROBADO:**

Diseño e implementación de una acometida para la máquina de prueba universal (TINIUS O OLSEN) del laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

**CARRERA:**

Ingeniería Electromecánica

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:**

Ing. Cruz Panchi Luis Rolando

**EQUIPO DE TRABAJO:**

Nombre de tutor:

Ing. Cruz Panchi Luis Rolando

Nombre de estudiante:

Tapia Alvarado Cristopher Daniel

**LUGAR DE EJECUCIÓN:**

Sierra, Cotopaxi, Latacunga, San Felipe

**TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO:**

6 meses

**FECHA DE ENTREGA:** 18/09/2020

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Eficiencia energética y protección ambiental, energías alternativas renovables.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA:**

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos prototipos y sistemas electromecánicos.

## **TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:**

Innovación.

## **2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

### **2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Diseño e implementación de una acometida para la máquina de pruebas universal (TINIUS O OLSEN) del laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **2.2 TIPO DE PROPUESTA ALCANCE**

a) **Multipropósito:** beneficio a la Universidad Técnica de Cotopaxi y la comunidad académica.

### **2.3 ÁREA DEL CONOCIMIENTO**

Ingeniería, industrial y construcción -52 ingeniería y profesiones afines

### **2.4 SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

El laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad Técnica de Cotopaxi posee una máquina de ensayos universal TINIUS OLSEN la cual no contaba con una instalación eléctrica segura lo que produce fluctuaciones de tensión de la misma. Esto direcciona la necesidad de generar un estudio sobre la calidad de energía centrado en el desbalance de cargas y caída tensión en una de sus líneas, en base a los requerimientos que designa el fabricante, en base de las regulaciones del ARCONEL, código eléctrico nacional CEN-INEN 19:2001 las cuales aportan información de los parámetros que se consideran para determinar una posible falla del equipo. Para ello se realizó un análisis basado en métodos de cálculo, para el dimensionamiento del cable, protecciones, puesta a tierra y tipo de canalización en el lugar que se va a ejecutar la propuesta tecnológica con el fin brindarle una acometida propia al equipo.

### **2.5 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN**

#### **Objeto de estudio**

Fluctuaciones de tensión

#### **Campo de acción**

Calidad de tensión.

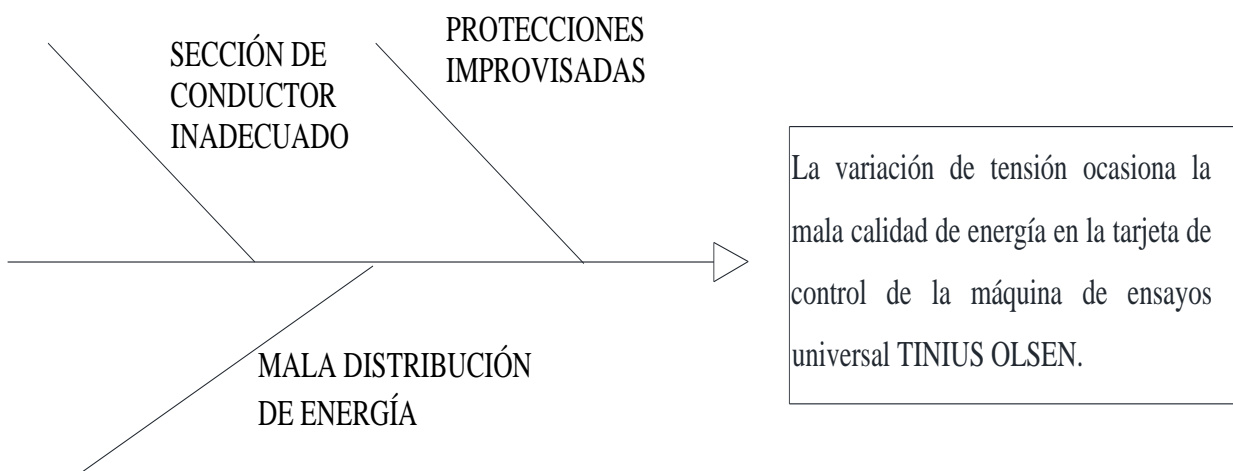
## 2.6 SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

### 2.6.1 Situación problemática:

En los talleres de la Universidad Técnica de Cotopaxi existe una máquina de ensayos universales TINIUS OLSEN la cual realiza ensayos de diferentes materiales sometidos a pruebas de resistencia, elasticidad, torsión, etc. La tarjeta de control de esta máquina llegó a colapsar por variaciones de tensión que existen en el lugar donde está situada la misma además de estar conectada a la red de distribución de los laboratorios. Esta información que se toma en cuenta es para determinar las causas de daño de la tarjeta la proporciona un representante de los fabricantes de la máquina el mismo que resalta que la falla se presenta por posibles variaciones de voltaje. Además, respecto a la acometida del equipo se observa que:

- No existe conexión a tierra.
- El neutro de la caja más cercana se utiliza como tierra
- La máquina se encuentra en la misma acometida de las soldadoras eléctricas del taller, tornos, entre otros equipos que son de cargas significativas y producen variaciones de voltaje.
- Conexiones improvisadas de distribución de energía.
- Protecciones no apropiadas para la máquina.

### 2.6.2 Matriz causa efecto



### 2.6.3 Problema

La variación de tensión ocasiona la mala calidad de energía en la tarjeta de control de la máquina de ensayos universal TINIUS OLSEN.

### 2.7 HIPÓTESIS

Con la implementación de una nueva acometida considerando normas, regulaciones, diseño y requerimiento del fabricante reducirá las variaciones de tensión lo cual mejorará la calidad de energía de la máquina TINIUS OLSEN.

### 2.8 OBJETIVO(S)

#### 2.8.1 Objetivo general

Implementar una acometida para la máquina de ensayos universal TINIUS OLSEN mediante la aplicación de normas y regulaciones establecidas en el dimensionamiento de material que garantice la calidad de energía.

#### 2.8.2 Objetivos específicos

- Revisar documentación bibliográfica y artículos referentes al tema.
- Caracterizar los parámetros de voltaje en la acometida de la máquina de pruebas universal (TINIUS OLSEN) según las especificaciones técnicas requeridas por el fabricante del equipo.
- Desarrollar los cálculos y dimensionamiento de los elementos de la acometida que requiere el equipo para su ejecución.
- Realizar pruebas y mediciones de la acometida para comprobar que la energía cumpla con los requerimientos de la máquina.

### 2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Revisar documentación	Revisión de documentación bibliográfica de temas similares	Métodos de mediciones con equipos	EN MARCO TEÓRICO

bibliográfica y artículos referentes al tema.			
	Investigación de los niveles de tensión permitidos que establece el CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL (CEN).	Obtención de los valores de tensión mínimos y máximos predeterminados.	TABLAS
	Comparación de los niveles de tensión entre el manual de la máquina y CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL (CEN).	El manual de la máquina tiene similitud en los valores de tensión para alimentación de la máquina.	DATOS FABRICANTE Y TABLAS
Caracterizar los parámetros de voltaje en la acometida de la máquina de pruebas universal (TINIUS OLSEN) según las especificaciones técnicas requeridas por el fabricante del equipo.	Revisión de las especificaciones técnicas de los valores establecidos para la energización de la máquina universal (TINIUS OLSEN) del manual.	Obtención de datos adecuados para la alimentación de la máquina.	Informe
	Ubicación para la instalación y parametrización de del analizador de energía para medir las variables de tensión más críticas.	Determinación y ubicación en el taller de hidroneumática.	fotos
	Extracción de datos obtenidos del analizador de energía para determinar el problema del parámetro de calidad de energía que más afecta.	Obtención de los datos por medio de una tarjeta de memoria (micro SD) e interpretados por medio de Excel.	Anexos y graficas
Desarrollar los cálculos y dimensionamiento	Levantamiento de datos para la realización de la nueva acometida	Diseño del layout de distribución del taller	Plano en AutoCAD
	Realización de cálculos para el	Obtención de	Calculo y

de los elementos de la acometida que requiere el equipo para su ejecución.	dimensionamiento de la nueva acometida con la medición de puesta a tierra.	materiales de acuerdo a los cálculos y requerimientos realizados.	selección
	Instalación de la nueva acometida con la conexión a tierra en laboratorio de resistencias de materiales.	Ubicación de la nueva toma de alimentación de acuerdo al diseño de planos.	fotos
Realizar pruebas y mediciones de la acometida para comprobar que la energía cumpla con los requerimientos de la máquina.	Instalación del analizador en la nueva acometida para la medición de las variables eléctricas.	Obtención de los datos de la nueva acometida.	Tabla de datos y fotos
	Comparación de los valores de tensión con su respectivo análisis.	Relación de los valores de tensión para la alimentación de máquina.	Tablas
	Realización de pruebas de la máquina ya conectada a su nueva toma de alimentación.	Buena funcionalidad de la máquina.	fotos

Elaborado por: El Autor

### **3 MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se detalla los antecedentes con referencia a este proyecto y cada uno de los conceptos básicos que tienen que ver con la calidad de energía (caída de tensión), acometidas conexión a tierra, utilización y conexión del analizador de energía y acometidas especiales para equipos de pruebas de materiales tomando en cuenta las normas y regulaciones que se cumplir al realizar un proyecto de tesis.

#### **3.1 Antecedentes**

En 2009 Castro Emiliano proponer realizar pruebas a los equipos más comunes para detectar y corregir posibles daños que podrían ocurrir a los equipos y proponer pautas para operar eficientemente un sistema de distribución; de tal manera que estos criterios y procedimientos para el mantenimiento y la operación de un sistema de distribución de energía eléctrica, permitan ofertar un suministro eléctrico continuo.

En 2010 Holguin Marcos y Gomezcoello David realizaron una tesis donde explican lo siguiente: “Entre los objetivos de la realización de esta tesis de la calidad de energía eléctrica es encontrar soluciones efectivas para corregir los disturbios y variaciones de voltaje y proponer conclusiones para corregir las fallas o problemas que se presenten en sistema eléctrico”. Se rigieron por la medida del CONELEC 004/01 que se encuentra actual a partir marzo del 2001 y además varias normas internacionales.

En 2019 Zúñiga Freddy plantea el diseño de la red de media y baja tensión en una hacienda, dentro de este proyecto el predio tiene aulas , bodegas , cuarto de bombas y casa de guardianía el sistema eléctrico consiste en mejorar las condiciones del cuarto de transformadores , tableros eléctricos , tablero medidores , transformadores y colocación de protecciones a líneas secundarias, además se dará a conocer en este trabajo las condiciones actuales del sistema eléctrico de baja tensión que carece de todo procedimiento y normas vigentes eléctricas. El diseño también comprende el cálculo de las cargas eléctricas ya existentes.

#### **3.2 Importancia de la calidad de la energía eléctrica**

Los problemas se presentan al coexistir fluctuaciones de la eficacia de energía eléctrica en el abastecimiento de alimentación. La mayoría de las veces resultan en una espera temporaria de los procesos industriales, a este obstáculo están asociados altos costos,

un intervalo que es el origen de pérdidas significativas de elaboración y exclusión de materiales debido a la necesidad de limpiar las máquinas, reiniciar el proceso en la secuencia que se encontraba, y recalibrar las líneas de producción de acuerdo a las especificaciones de proceso requeridas o por concluir con productos defectuosos [1].

### **3.3 La calidad del producto**

La Regulación de Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución del Ecuador (Regulación No. ARCONEL), establece patrones en tres aspectos tales como:

- Calidad del Producto
- Calidad de Servicio Técnico
- Calidad de Servicio Comercial

La primera, Calidad del Producto, establece pautas para los parámetros eléctricos para lograr conceder energía de buena calidad. La Disposición de Asistencia Técnica en cambio, regula las interrupciones de servicio eléctrico estableciendo límites para su frecuencia y duración. La calidad de Servicio Comercial a diferencia de las anteriores reglamenta las solicitudes y reclamos de medición y facturación.

Según la regulación No. ARCONEL 005/18, la Calidad del Producto comprende los siguientes aspectos:

- Nivel de voltaje.
- Perturbaciones de voltaje.
- Factor de potencia.

### **3.4 Perturbaciones en los sistemas eléctricos**

El método de distribución eléctrica de baja tensión se plantea idealmente como una frecuencia sinusoidal pura. Con una extensión de 169.7 [V] de pico, y una frecuencia de 60 [Hz]. Y para el tema de líneas trifásicas, estas tendrán un desfase de 120° entre sí [2]. A excepción de que, en la vida real, este no es el caso. Las líneas eléctricas comerciales presentan muchas imperfecciones en su frecuencia. Estas pueden ser inherentes a la red, u ocasionadas por agentes externos. Es por eso que se

diferenciará a las perturbaciones según su orden de procedencia. Sin embargo, se aclara que ambos tipos de perturbaciones coexisten en la misma red.

### **3.4.1 Perturbaciones propias de la red**

Estas son ocasionadas por la labor de la red. Mientras la transmisión o distribución de la electricidad, se producen muchas perturbaciones adecuadas a la propia ejecución de la misma. Entre los orígenes podemos hallar, desperfectos en materiales utilizados en la red, o en la misma generación de la corriente eléctrica; desperfectos en las herramientas de cálculo y manipulación de la energía; movimientos involuntarios del cableado de la red, ya sea por vientos o choque de un objeto extraño al método, ocasionando movimientos en los terminales en los extremos de conexión; re cierres en centrales de generación o estaciones transformadoras; cortes en el cableado; descargas atmosféricas, etc. Entre los efectos que producen las perturbaciones inherentes al sistema, podemos localizar: Caídas y elevaciones permanentes de tensión, caídas y elevaciones momentáneas de voltaje, transitorios de tensión propia de la red o causada por descargas atmosféricas, entre otros.

#### **3.4.1.1 Transitorios**

En ingeniería eléctrica la expresión momentánea caracteriza a aquellos eventos indeseables en el método que forma parte de la naturaleza momentánea.

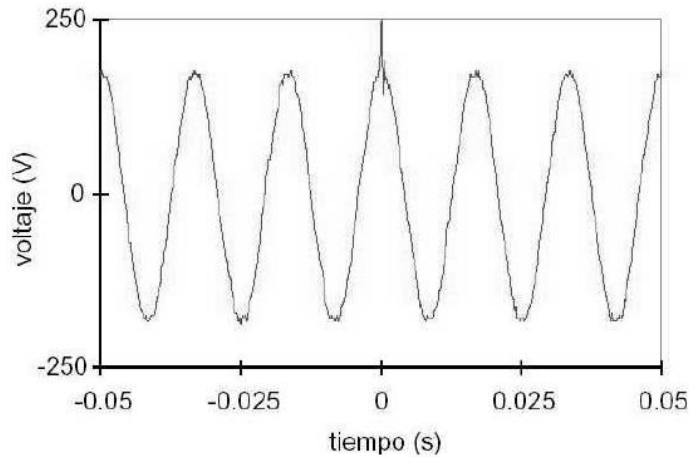
#### **3.4.1.2 Transitorio impulsivo**

No provoca alteraciones en las circunstancias de las etapas estables de tensión o corriente, su polaridad es unidireccional, esto es, positivo o negativo.

Debido a la falta de frecuencia un transitorio impulsivo es atenuado rápidamente al recorrer la resistencia presente de los componentes del sistema y no se propagan muy lejos del lugar donde fueron generados.

Son considerados transitorios de origen atmosféricos y son también llamados impulsos atmosféricos [3].

El importante efecto de este disturbio tenemos que puede producir una falla inmediata en el aislamiento de los equipos y fuentes electrónicas.



**Figura 1.** Curva de espectro de transitorio impulsivo

Fuente: [1]

### 3.4.2 Perturbaciones externas a la red

Aunque las contribuciones de perturbación individuales son insignificantes, la suma de las generadas por los usuarios se complementa con las inherentes a la red.[2]. Entre los orígenes, podemos encontrar cargas inductivas, cargas no lineales, etc.

Entre los efectos que producen las perturbaciones externas a la red podemos encontrar:

- Huecos de tensión
- Impulsos de tensión
- Distorsión armónica (THD)
- Desequilibrios de tensión
- Variaciones de frecuencia
- Variaciones lentas de tensión
- Fluctuaciones de tensión (Flícker)
- Variaciones de frecuencia

Eventualmente el más habitual de estos eventos en el ambiente del sistema eléctrico de fuerza es el hueco de tensión, estimado como una reducción repentina de la misma, en un corto tiempo [2]. Otra perturbación común en las redes es la aparición de armónicos. Esta se define como una señal cuya frecuencia es una cifra entera de la frecuencia esencial del sistema eléctrico (en nuestro estado 60 Hz).

Al hablar de armónicos, se suele utilizar el término: Tasa de Distorsión total (TDT) o Total Harmonic Distorsión (THD), el cual es un parámetro que permite ponderar el contenido armónico total de una onda, ya sea de tensión o de corriente.

### 3.5 Acometida

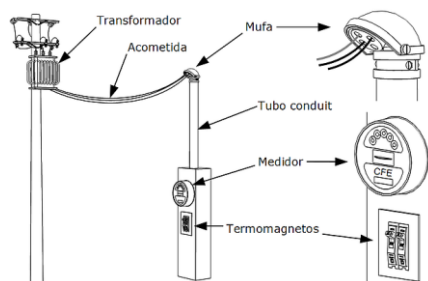
#### 3.5.1 ¿Qué es acometida?

Es el fragmento de la instalación eléctrica el cual se construye a partir de las redes públicas de distribución hasta las instalaciones del usuario (consumidor final), y se conforma por los siguientes componentes:

- Punto de alimentación
- Conductores
- Ductos
- Tablero general de acometidas
- Interruptor general
- Armario de medidores
- Protecciones

#### 3.5.2 Recomendaciones generales en acometidas

Los conductores de la acometida deberán ser continuos, a partir del punto de conexión de la red incluso los bornes de la entrada del conjunto de medida. No se aceptarán empalmes, ni derivaciones, en ningún tramo de la acometida [5]. En la caja de medidores deberá reservarse en su extremo una distancia del conductor de la acometida eficaz que permita una factible conexión al equipo de medida.



Acometida

**Fuente:** [5]



### **3.5.4 Especiales:**

Se les consideran especiales a las acometidas a servicios temporales y provisionales de trabajo.

Deberá constar como mínimo de los siguientes elementos:

- Conductor de las acometidas
- Caja para instalar medidores o equipo de medición.
- Tubería metálica para la acometida y caja de interruptores automáticos de protecciones.
- Línea y electrodo de puesta a tierra [5].

### **3.5.5 Clasificación de las acometidas**

El convenio con la calidad de tensión al cual está conectada a la acometida en el régimen de distribución se puede catalogar en:

- Acometidas en M.T.
- Acometidas en B.T.

De acuerdo con el tipo de servicio se puede clasificar en:

- Monofásico
- Bifásica
- Trifásica.

### **3.5.6 Acometida aérea B.T.**

Altura mínima de la acometida referente al nivel de piso:

- En puntos de retención o incluso en la parte inferior de la curva de goteo: 3000 mm
- En vías residenciales y comerciales sin tráfico de vehículos de carga: 3600 mm
- En vías con tráfico pesado: 5500 mm

Para la ubicación de las cajas de medidores, se tomará como altura de referencia entre 1,5 y 1,7 m. para el visor del medidor más alto. Si en la parte inferior de la caja queda ubicada a una elevación menor a 80 cm, se podrá añadir una reja metálica frontal para la protección frente al impacto [5].

Se permitirán cajas sobrepuestas en fachadas si se encuentran dentro de conjuntos cerrados.

El calibre de la acometida depende de la carga.

En caso de que la conexión a tierra no sea empotrada, debe ir en ducto galvanizado.

### **3.5.7 Acometida subterránea B.T.**

El establecimiento de las cajas de medidores, se tomara como elevación de referencia entre 1,5 y 1,7 m para la pantalla del medidor más y más alto [5]. Si la parte inferior de la caja queda ubicada a una elevación menor a 80 cm, se podrá adicionar una reja metálica frontal para protección contra impacto. La caja de medidor con puerta plana monofásica es para empotrar y la caja de medidor con tapa removible monofásica se instalará sobrepuesta en poste o parcialmente empotrada [5]. Únicamente se permitirán cajas sobrepuestas en fachadas si se encuentran dentro de los conjuntos cerrados. El listado de materiales se debe establecer de acuerdo con las necesidades de los clientes. En caso de que la conexión a tierra no sea empotrada, debe ir en ducto galvanizado.

## **3.6 Fallas en acometidas eléctricas**

Las fallas eléctricas, son conocidas como averías eléctricas, las cuales se presentan con mayor frecuencia en las instalaciones domiciliarias por la inadecuada instalación que existe en lugar de aplicación.

Una falla eléctrica es un evento anormal que provoca el mal funcionamiento de un circuito eléctrico y algunas veces ocasiona el corte del suministro de energía en una vivienda. En efecto, un corte de suministro o apagón también está considerado como una falla eléctrica [6].

Las fallas eléctricas pueden causar daños a la instalación y a los componentes eléctricos que la conforman; pero además pueden provocar accidentes fatales para las personas; las mismas que van desde el inicio de quemaduras graves hasta una electrocución o choque eléctrico.

### **3.6.1 Causas**

Las causas de las averías eléctricas son variadas y complejas; a continuación, vamos a poner por orden de incidencia a los agentes que más generan este tipo de eventos:

- El ser humano
- Fenómenos meteorológicos
- Artefactos en mal estado
- El clima
- Los animales

Como podemos apreciar el ser humano encabeza la lista de responsabilidad entre los causantes de los fallos eléctricos, ninguna novedad hasta aquí; pues es bastante común que muchas personas encarguen las instalaciones eléctricas a personal no capacitado para realizar esta tarea [6].

De esa labor improvisada se encargan gasfiteros, albañiles y pintores; ojo no tenemos nada contra ellos, pero consideramos que el refrán «zapatero a sus zapatos» aplica al momento de decidir qué tipo de personal va a realizar una instalación eléctrica.

### **3.6.2 Tipos de fallas eléctricas en acometidas**

Las fallas eléctricas más comunes son:

- Cortocircuitos
- Fugas eléctricas
- Falsos contactos
- Sobrecargas
- Falla de suministro

Existen otras clasificaciones que se le dan a este tipo problemas eléctricos tal como se detalla a continuación:

### **3.6.3 Caída del voltaje**

Un descenso del nivel normal de voltaje entre 10 y 90 por ciento del voltaje rms nominal en la frecuencia de energía por duración de 0.5 ciclos a un minuto.

- **Causas:** Fallas en la red de transmisión y distribución (la mayoría de las veces en alimentadores paralelos). Fallas en las instalaciones del consumidor. Conexiones con cargas pesadas y el encendido de grandes motores.

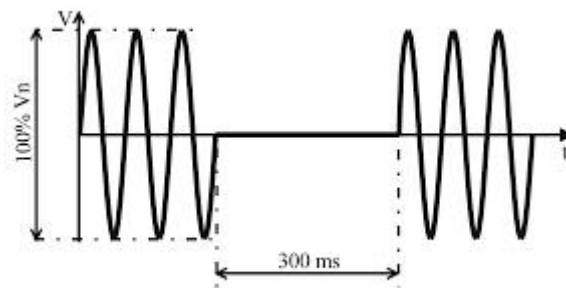
- **Consecuencias:** Mal funcionamiento del equipo de información tecnológica, como los sistemas de control con microprocesadores, que podrían llevar al paro de operaciones. Falla en los contactos y relés electromecánicos. Desconexión y pérdida de eficiencia en las máquinas rotatorias eléctricas.

### 3.6.4 Interrupciones muy cortas

**Descripción:** La interrupción del suministro eléctrico desde unos cuantos milisegundos hasta uno o dos segundos [7].

**Causas:** La principal causa sería por la apertura del cierre automático de dispositivos de protección para destruir una sección defectuosa de la red. Las fallas principales se deben a un mal aislamiento y a un cortocircuito [7].

**Consecuencias:** La caída de los dispositivos de protección, la pérdida de información y falla en los equipos de procesamiento de datos [7]. Paro de equipamientos importantes, como PLCs, PCs y ASDs si no están preparados para lidiar con una situación como esta.



**Figura 4.** Tiempo de interrupciones muy cortas

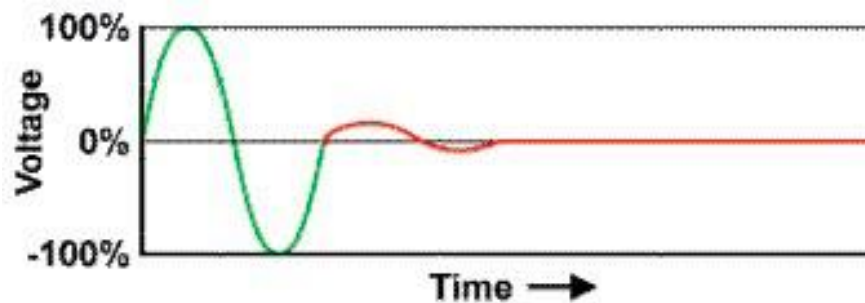
Fuente: [7]

### 3.6.5 Interrupciones largas

**Descripción:** Interrupción del suministro eléctrico por una duración de más de dos segundos.

**Causas:** Falla en el equipo en la red del sistema de energía, tormentas y objetos impactando en los cables de alta tensión, incendios, errores humanos, mala coordinación o falla en los dispositivos de protección [7].

**Consecuencias:** Paro total de las operaciones en todos los equipos.



**Figura 5.** Paro total de operaciones

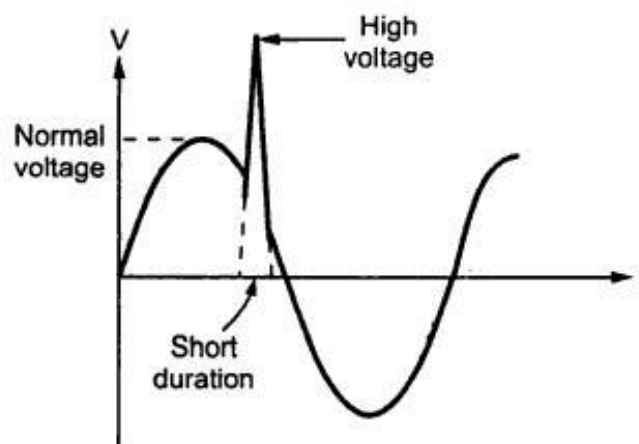
Fuente: [7]

### 3.6.6 Picos de voltaje:

**Descripción:** Las variaciones son muy rápidas del valor del voltaje desde unos cuantos microsegundos a unos milisegundos [7]. Estas pueden alcanzar miles de voltios, incluso en un voltaje bajo.

**Causas:** Rayos, cambio de líneas o desconexión de cargas pesadas.

**Consecuencias:** La destrucción de los componentes (particularmente electrónicos) y de los materiales aislantes, son errores en el procesamiento de datos, pérdida de información e interferencias electromagnéticas [7].



**Figura 6.** Interferencias electromagnéticas

Fuente: [7]

### 3.6.7 Incremento del voltaje

**Descripción:** El incremento momentáneo del voltaje, en la frecuencia de potencia, fuera de la tolerancia normal durante más de un ciclo y menos de unos cuantos segundos.

**Causas:** El inicio o pausa de cargas pesadas, las fuentes de energía dimensionadas incorrectamente o transformadores mal regulados (principalmente en horas de baja actividad).

**Consecuencias:** pérdida de información, pantallas y luces intermitentes y daño a equipos sensibles si el voltaje es muy alto.

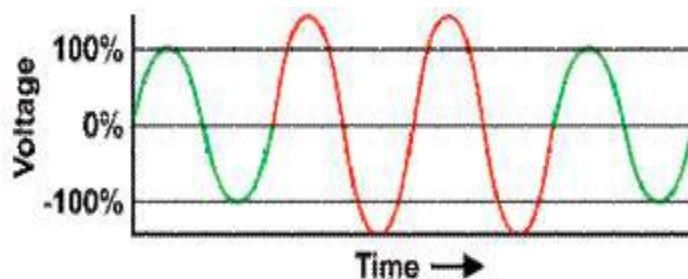


Figura 7. Incremento de voltaje

Fuente: [7]

### 3.6.8 Distorsión armónica

**Descripción:** El voltaje es el que asume una forma no sinusoidal, la onda corresponde a la suma de diferentes ondas con distinta magnitud y fase teniendo frecuencias que son múltiplos de la misma del sistema de potencia.

**Causas:** Las máquinas eléctricas trabajando arriba de la curva de magnetización, hornos de arcflash, máquinas soldadoras o rectificadores.

**consecuencias:** El incremento en la probabilidad de que ocurra una resonancia, sobrecarga neutral en sistemas de tres fases, sobrecalentamiento de los cables en los equipos, y así produce la pérdida de eficiencia eléctrica en las máquinas, interferencias electromagnéticas en los sistemas de comunicación, errores en las medidas cuando se utilizan lectores normales y fallas en los protectores térmicos [7].

### 3.6.9 Variación de voltaje

**Descripción:** Las oscilaciones del valor mayor del voltaje, amplitud modulada por una señal con frecuencia de 0 a 30 Hz.

**Causas:** Hornos de arco eléctrico, encendido y apagado de motores eléctricos (como elevadores) o cargas oscilantes.

**Consecuencias:** Pantallas y luces intermitentes y una inestabilidad en toda la red eléctrica.

### 3.7 Analizador de redes eléctricas

Es una herramienta competente para exponer datos y formas de ondas de las señales eléctricas de voltajes, corrientes, potencias, armónicos, en forma de histogramas, gráficas fasoriales, en formas de onda, espectros de armónicos, estos como parámetros principales, por tanto depende de las distintas marcas que se encuentren en el mercado las características más específicas y las ventajas que cada una de estas presenta.

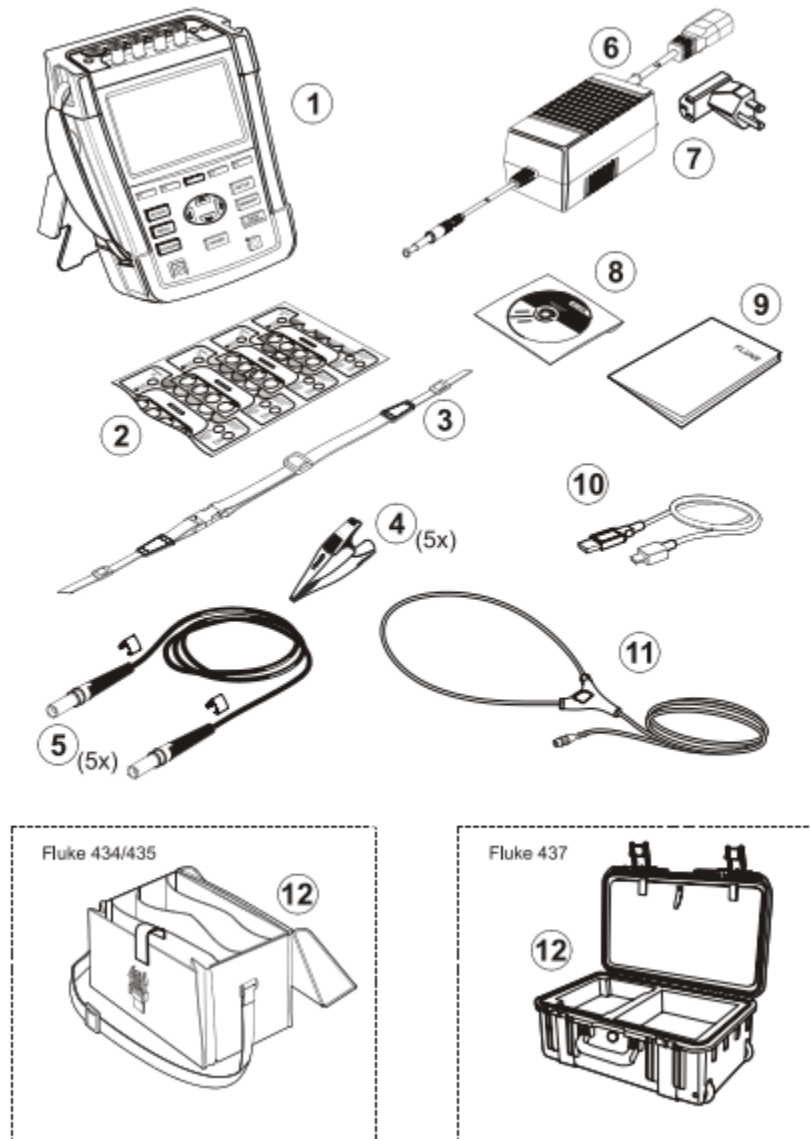


**Figura 8.** Analizador de energía

**Fuente:**[4]

#### 3.7.1 Analizador de calidad de energía-fluke (435-ii)

El dispositivo FLUKE 435 es un analizador de redes de tipo trifásico, mide usualmente todos los parámetros del sistema eléctrico, como tensión, corriente, potencia, consumo (energía), desequilibrio, Flickers, armónicos.



**Figura 9.** Partes del Equipo Analizador Fluke 435

**Fuente:** [4]

**Tabla 1.** Descripción de las partes del Analizador Fluke 435

N	Descripción
1	Analizador de calidad de la energía eléctrica
2	Juego de adhesivos para las tomas de entrada
3	Correa

4	Pinzas de cocodrilo. Juego de 5
5	Cables de prueba, 2,5 m. Juego de 5
6	Cargador de batería / adaptador de red
7	Adaptador de enchufe de línea (Según el país)
8	Manuel de iniciación + CD ROM con Manual de uso y Manual de iniciación
9	Cable óptico USB
10	CD ROM con el software FlukeView para Windows + software de registro de potencia para Windows
11	Pinzas amperimétricas de CA flexivas 3000 A. Juego de 4 pinza Modelo i430flex-4pk.
12	Maletín con ruedas de alta resistencia C435.

**Fuente:** [4]

El analizador incorpora un soporte de contención que permite visualizar la pantalla en ángulo con el herramienta apoyado sobre una área plana. Al extender el soporte, puede permitir al puerto óptico RS-232 desde el lateral derecho del analizador, tal como se muestra en la figura.



**Figura 10.** Ubicación del puerto RS-232

**Fuente:** [1]

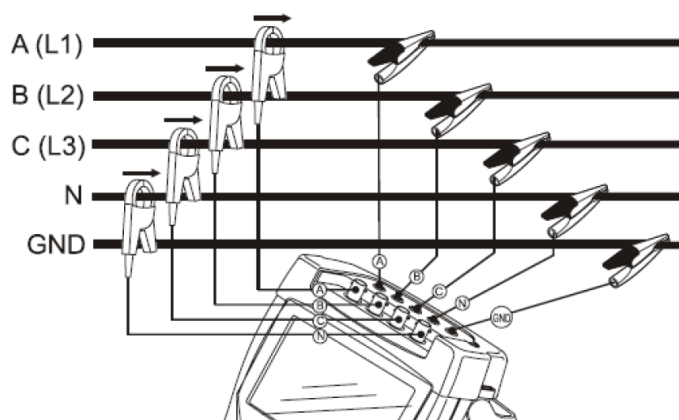
### 3.7.2 Programación de analizador

La clasificación del equipo depende del prototipo de sistema eléctrico en el que se va a emplear, debido a la amplia información utilizable, la mejor forma de indicar la disposición del equipo es colocando un anexo del uso y configuración del equipo, descargado de la página de Internet de la marca.

### 3.7.3 Diagramas de Conexiones Principales

Siempre que sea viable, elimine la tensión de los sistemas eléctricos antes de efectuar las conexiones, se debe utilizar siempre el equipo de protección personal adecuado. Evite trabajar solo y siga las advertencias de uso.

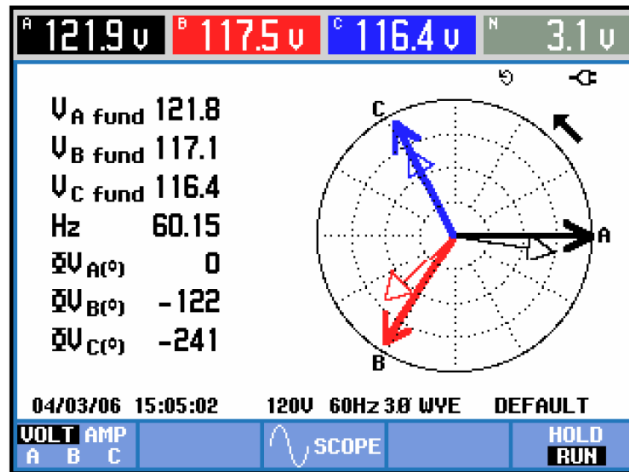
A continuación, se presentan los diagramas de conexiones principales en sistemas trifásicos.



**Figura 11.** Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico

**Fuente:** [4]

Las pantallas de osciloscopio y diagrama fasorial resultan útiles para comprobar si los cables de tensión y las pinzas amperimétricas están conectadas correctamente. En el diagrama vectorial, las corrientes y tensiones de fase L1 (A), L2 (B) y L3 (C) deben aparecer sucesivamente cuando se observan en el sentido de las agujas del reloj, como se muestra en el ejemplo de la Figura 21



**Figura 12.** Diagrama vectorial de un analizador correctamente conectado

**Fuente:** [4]

### 3.8 Protecciones eléctricas.

Son sistemas funcionales empleadas prácticamente para que el sistema eléctrico opere dentro de los parámetros requeridos previamente para la acometida de un sistema eléctrico, que podrá brindar seguridad a los equipos empleados en la elaboración de cualquier acometida eléctrica a más que se preserve la inversión de capital que se ha requerido, y la protección del personal ejecutante. Los costos económicos y los beneficios de un sistema de protección deben ser tenidos en cuenta con el fin de obtener un adecuado balance entre los requerimientos del sistema y los recursos financieros disponibles [7].

Ante la ocurrencia de una falla o de un estado anormal, el sistema de protección debe ser competente de descubrir el problema inmediatamente y retirar la sección afectada, permitiendo así que el resto del Sistema de Protección de Sistemas Eléctricos permanezca en servicio y circunscribir la posibilidad de daño a los otros equipos, la protección debe ser lo suficientemente compasivo para que opere con rapidez aún bajo fallas incipientes.

#### 3.8.1 Tipos de protecciones eléctricas en bajo voltaje

##### Protección contra cortocircuitos

Se conoce como cortocircuito a la unión de dos conductores o partes de un circuito eléctrico, como una diferencia de potencial o tensión entre sí, sin ninguna impedancia eléctrica entre ellos.

Este efecto, según la Ley de Ohm, al ser la impedancia cero, hace que la intensidad tienda a infinito, con lo cual pelagra la integridad de conductores y máquinas debido al calor generado por dicha intensidad, debido al efecto Joule.

En la práctica, la intensidad producida por un cortocircuito, siempre queda amortiguada por la resistencia de los propios conductores que, aunque muy pequeña, nunca es cero.

Según los reglamentos de la NEC dice: “En el origen de todo circuito deberá colocarse un dispositivo de protección, de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en la instalación”.

No obstante, se admite una protección general contra cortocircuitos para varios circuitos derivados.

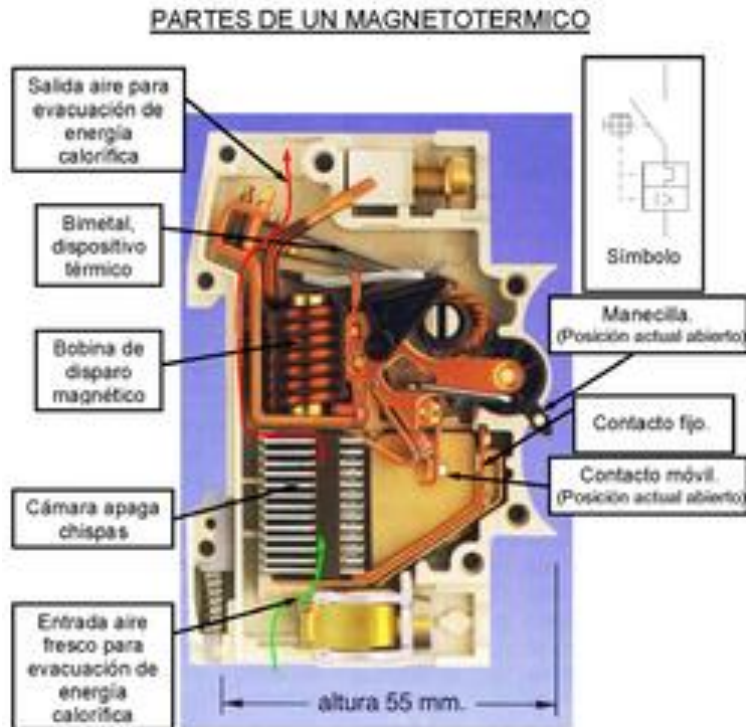
Los dispositivos más empleados para la protección contra cortocircuitos son: Fusibles calibrados (también llamados cortacircuitos), o Interruptores automáticos magneto térmicos.

### **3.9 Interruptor termomagnético**

Se emplean para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas, en sustitución de los fusibles, ya que tienen la ventaja de que no hay que reponerlos; cuando se desconectan debido a una sobrecarga o un cortocircuito.

Según el número de polos, se clasifican estos en: unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. Estos últimos se utilizan para redes trifásicas con neutro.

Se los conoce también como breakers o disyuntores, es un aparato que interrumpe el paso de la corriente cuando esta excede un valor determinado o en el que se ha producido un cortocircuito, con el fin de no causar daño a los equipos eléctricos; su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito, el magnético y el térmico, consta de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia a carga [9].



**Figura 13.** Partes de un magneto térmico

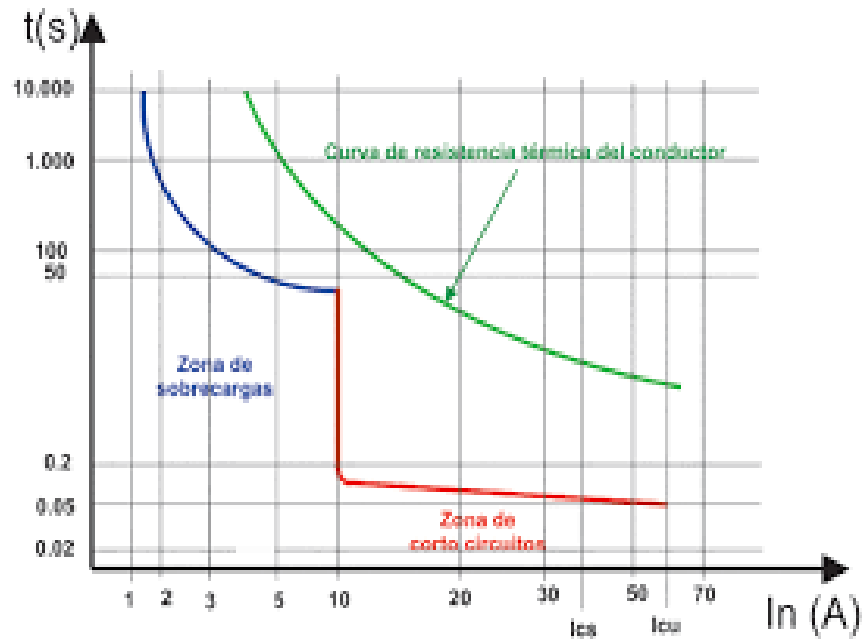
**Fuente:** [9]

Las instalaciones de fuerza, circuitos auxiliares, etc. De bajo voltaje deben contar siempre con los siguientes tipos de protección.

### **3.9.1 Curva Característica interruptor termomagnético.**

Los cables y los aparatos de protección están dimensionados para soportar una carga superior a la nominal durante un tiempo sin que se ponga en riesgo sus características de aislamiento. Si la sobrecarga es de incremento lento, el disparo dependerá del tiempo y la curva mostrará que a mayor incremento de la corriente es menor el tiempo en el que actúa el disparo. El encargado de esto último es el bimetálico, que tiene que adquirir suficiente temperatura para encurvarse y disparar [10].

En el caso de sobrecarga violenta, lo que implica una circulación de alta corriente que puede desencadenar en un corto circuito, la bobina de disparo magnético es la encargada de abrir el interruptor con el fin de proteger la instalación.



**Figura 14.** Curva de disparo

**Fuente:** [10]

### 3.10 Tableros de distribución

Los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que tienen dentro dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella [14].

La cantidad de tableros de una instalación se determinará dependiendo la distribución final de la instalación. Los tableros deben ser ubicados en lugares de fácil acceso y seguros, se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones:

Los tableros de locales de reunión de personas se ubicarán en ambientes solo accesibles al personal de operación y administración.

En caso de ser necesaria la instalación de tableros en ambientes peligrosos, estos deben ser construidos utilizando equipos y métodos acorde a las normas.

Todos los tableros deben ser fabricados por una empresa calificada, y deben llevar en forma visible, legible e indeleble la marca de fabricación, el voltaje de servicio, la corriente nominal y el número de fases.

El responsable de la instalación deberá agregar su nombre o marca registrada y en el interior deberá ubicarse el diagrama unifilar correspondiente [14].

Los cargadores de baterías no deben instalarse en los tableros principales. (NEC\_10 parte 9-1)

### **3.11 Conductores eléctricos**

#### **Reglamentación**

Según los reglamentos de la NEC los conductores que se utilicen en las instalaciones de alumbrado, tomacorrientes y acometidas, deberán ser de cobre rojo electrolítico 99% de pureza, temple suave y aislamiento termoplástico para 600V. Tipo THW/THHN 75/90 grados °C. Los conductores hasta el N°. 10 serán de un solo hilo, del N° 8 AWG serán 7 hilos [15].

En nuestro país se utiliza el sistema de calibración de conductores según la American WireGage (AWG) este sistema viene en unidades de pulgadas cuadradas, pero para coincidir con las normas internacionales trabajamos con milímetros cuadrados cuando trabajamos con sección transversal.

Para la identificación de los diferentes circuitos instalados dentro de un mismo tubo o conectadas al mismo sistema, se recomienda el uso de conductores de los siguientes colores [15].

**Neutro:** Debe ser en toda su extensión blanco.

**Tierra:** Desnuda o verde para red regulada.

**Fases e interrumpidos:** Amarillo, azul y rojo para fases; negro para los interrumpidos (devueltos) cumpliendo el código de colores. Conductores de neutro o tierra superior al N° 8AWG deberán quedar claramente marcados en sus extremos y en todas las cajas de paso intermedias. El mínimo calibre que se utilizará en las instalaciones de alumbrado será el N° 12AWG [16].

En la instalación interna, el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra deben ir aislados entre sí, y solo debe unirse con un puesto equipotencial en el origen de la

instalación y antes de los dispositivos de corte, dicho puente equipotencial principal debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida.

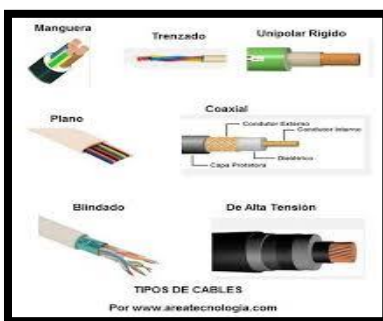
Durante el proceso de colocación de los conductores en la tubería no se permitirá la utilización de aceite o grasa mineral como lubricante. Para la instalación de conductores dentro de la tubería se debe revisar y secar si es el caso de las tuberías donde hubieran podido entrar agua [16].

### 3.11.1 Cables de baja tensión.

Para cables de baja tensión, aquellos cuyo voltaje de operación es como máximo de 1000V entre fases, normalmente en esta familia se encuentran principalmente cables para 600V.

De forma básica un Cable de Baja Tensión está compuesto por uno o varios conductores de cobre y materiales que componen el aislamiento o la chaqueta, que generalmente son plásticos. Opcionalmente se construyen con pantalla electrostática y en algunas aplicaciones específicas con armaduras para protección mecánica [16].

Los materiales de aislamiento más usados son el PVC, el Polietileno Termoplástico (PE) y el Polietileno Reticulado (XLPE). Dentro de estos tipos, se encuentran compuestos con características especiales como retardancia a la llama, compuestos no halogenados, baja emisión de humos, resistencia a los rayos solares, entre otros [17]. La chaqueta proporciona resistencia mecánica a la abrasión y a los posibles daños ocasionados durante la instalación y/o manipulación en operación.



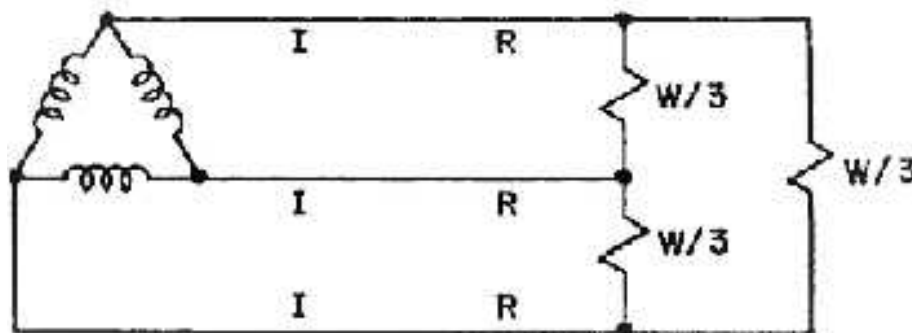
**Figura 15.** Tipos cables de potencia.

**Fuente:** [17]

Los cables de potencia son de uso general en instalaciones industriales, distribución interior de energía en baja tensión. Sitios secos o húmedos, cárcamos, canalizaciones o enterrado directo [17]. La construcción de estos cables de potencia multiconductores reúne las excelentes características eléctricas del PE, y eléctricas y mecánicas del XLPE como materiales de aislamiento, y las propiedades de la chaqueta exterior.

### 3.12 Cálculo de la corriente admisible del conductor

Los conductores de alimentación de una carga deben ser capaces de soportar, además de la corriente de plena carga en operación continua, cualquier sobrecarga que pueda tener durante su operación y las corrientes de arranque [22]. Por lo tanto, debemos calcular el conductor a un 125% de la corriente consumida a plena carga.



**Figura 16.** Sistema Trifásico a tres hilos

**Fuente:** [22]

#### 3.12.1 Cálculo de los conductores por caída de Voltaje

El voltaje en los terminales de la carga es por lo general menor que el voltaje de alimentación, la diferencia entre estos dos puntos se conoce como “La caída de voltaje”. En las normas técnicas para instalaciones eléctricas recomiendan que la máxima caída de voltaje (desde la alimentación hasta la carga) no debe exceder el 5%; 3% se permite a los circuitos derivados (del tablero o interruptor a la salida para utilización) y el otro 2% se permite al alimentador (de la alimentación al tablero principal) [23].

Una caída de voltaje excesiva (mayor del 5%) conduce a resultados indeseables debido a que el voltaje en la carga se reduce. No es suficiente calcular los conductores por corriente,

es decir seleccionar el calibre de un conductor de acuerdo con la corriente que circula por él.

También es necesario que las caídas de voltaje en el conductor no excedan los valores establecidos por el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas (que son 2% de caída de voltaje en instalaciones residenciales y un máximo de 5% en instalaciones industriales, desde el punto de alimentación hasta el último punto) [23].

### 3.13 Cálculo de la caída de voltaje en Sistemas Trifásicos a tres hilos:

La caída de voltaje entre fases es:

Ecuación 1

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left( \frac{\rho \times I \times L}{S} \right)$$

$\Delta U$  = Caída de tensión [V]

L = longitud del conductor [m]

I = Intensidad prevista para la línea [A]

S = sección mínima admisible para el conductor [mm<sup>2</sup>]

### 3.14 Dimensionamiento del cable

Para determinar la sección del conductor es importante tener el conocimiento para la selección de la ecuación que se va a ocupar. En este caso según el texto de Instalaciones Eléctricas conceptos básicos y diseño del autor N.Bratu . Dicta que el valor de la componente reactiva depende de las distancias de separación entre conductores y del tipo de forro, por lo que su valor debería calcularse para cada alimentador. Sin embargo, para baja tensión y en calibres hasta de 4/0 awg, la componente reactiva es bastante pequeña con la resistiva el cual es despreciable.

Ecuación 2

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I}{\Delta U \times Vn}$$

**Dónde:**

**S:** Sección de conductor

**L:** Longitud del cable

**$\Delta U$ :** Caída de tensión permisible

**Vn:** Voltaje nominal

**I:** Corriente que consume el equipo en (A)

**$\rho$ :** Resistividad del cable

### **3.15 Dimensionamiento de protecciones INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**

Para calcular la corriente se utiliza las siguientes fórmulas utilizando la ecuación 1:

Ecuación 3

$$I_r = k \times I_d$$

**Donde:**

**$I_r$ :** Corriente de sobrecarga

**K:** Factor de carga permitida por el cable (125%)

**$I_d$ :** Corriente de diseño

### **3.16 Canalizaciones y Cajas de paso**

Las canalizaciones se utilizan en una instalación eléctrica dependiendo del alcance a cubrir, para proteger el conjunto de conductores o alimentadores por razones climáticas, mecánicas o de seguridad [24]. Dichas canalizaciones pueden ser clasificadas de la siguiente forma:

- A la vista.
- Embutidas: Oculta en muros e inaccesible en forma directa.
- Ocultas: No a la vista, pero accesible en toda su extensión.
- Subterráneas: Bajo tierra.

### 3.17 Tuberías

Las tuberías son uno de los elementos más importantes, se encargan de resguardar los conductores desde la fuente de alimentación hasta la carga, esta puede ser de dos tipos: embutidas o a la vista [25].

Las dimensiones de la tubería dependen directamente del número de conductores que protege, considerando un espacio libre que se habilita con la finalidad de disipar el calor de los alimentadores, por tal razón se diseña una relación entre la sección del tubo y la de los conductores, llamada factor de relleno que viene dado por:

Ecuación 4

$$F_R = \frac{A_C}{A}$$

**Dónde:**

$F_R$  = Factor de relleno

$A_C$  = Área total de los conductores

$A$  = Área interior de la tubería

**Tabla 2.** Porcentaje de la sección transversal de conductos y tuberías para conductores

Nº de conductores	Porcentaje de ocupación
1	53%
2	31%
Más de 2	40%

**Fuente:** [25]

### 3.17.1 Tubería conduit

Tubería de acero con recubrimiento de zinc interior y exterior aplicado por inmersión en caliente. Acabado liso, sin ampollas, escamas o incrustaciones [26]. Cada tubo es etiquetado individualmente.

#### Aplicaciones

Este tipo de tubería se utiliza en:

- Instalaciones eléctricas visibles u ocultas
- Zonas residenciales

#### Características

- Resistente a la intemperie, luz solar y calor.
- Excelente adherencia de zinc, garantizando la protección contra la oxidación. Utilizado para proteger a los conductores eléctricos.
- Facilita la instalación del tendido de la red eléctrica



- Evita incendios en condiciones de corto circuito por arco eléctrico

**Figura 17.** Tubería conduit

**Fuente:** [26]

### 3.18 Sistema de puesta a tierra

Todos los equipos eléctricos, electrónicos, carcasas, gabinetes, racksy cualquier componente metálico de estos sistemas deben ser apropiadamente aterrizados de acuerdo a la norma ANSI/NFPA70-250(NEC), ANSI/TIA-607 [28].

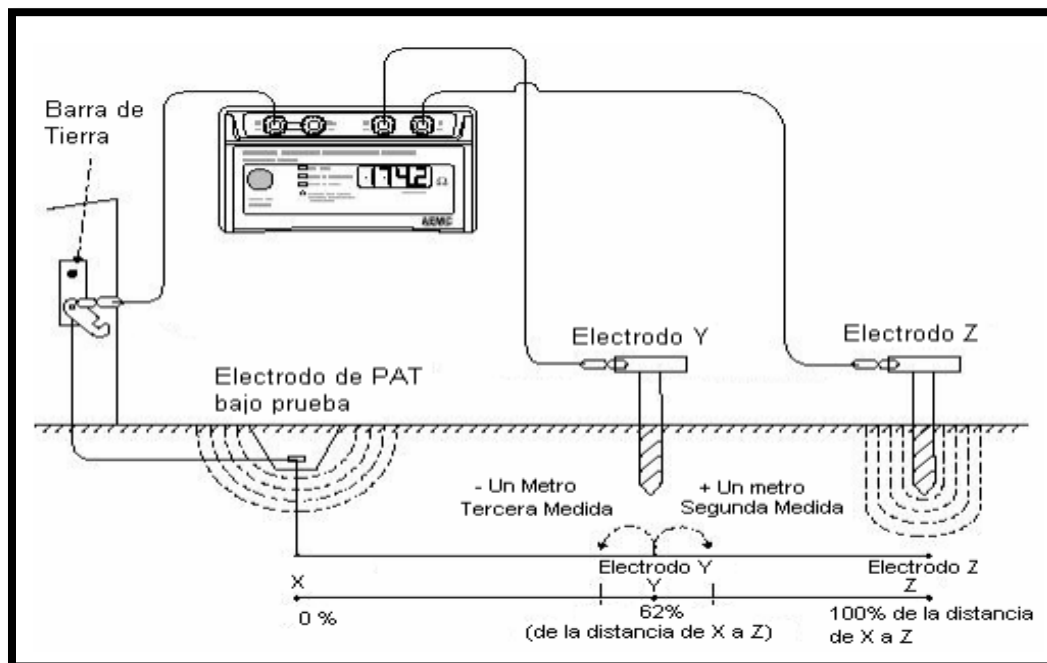
Un sistema de puesta a tierra deberá garantizar que los valores máximos de la tensión de paso, de contacto y transferidas al ser humano no supere los umbrales de soportabilidad, considerando que se debe calcular las tensiones máximas admisibles de paso la cuales en base a una resistencia del cuerpo que es de 1000 a 2000  $\Omega$ .

### 3.18.1 El cálculo de un sistema de puesta a tierra debe considerar los siguientes parámetros:

- Características del suelo, especialmente la resistividad.
- Corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el operador de red para cada caso particular.
- Tiempo máximo de despeje de la falla para efectos de simulación.
- Tipo de carga.

### 3.18.2 Conexión para medición de equipo a tierra

#### Método de caída de potencial al 62%



**Figura 18.** Medición a tierra-método caída de potencial

**Fuente:** [1]

**Tabla 3.** Resumen de los métodos de la resistencia a tierra

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Caída de potencial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliamente aceptado</li> <li>• La medida es correcta</li> </ul>	Es necesario desconectar la tierra Puede ser difícil clavar las picas No puede a ver el espacio para medir la tierra
<b>Método selectivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es necesario desconectar el electrodo</li> <li>• Ampliamente aceptado</li> <li>• Medida correcta</li> </ul>	Puede ser difícil clavar las picas
<b>Método sin picas</b>	Comodidad	Asume una ruta paralela de baja impedancia
<b>Método bipolar</b>	Comodidad	No se puede estar seguro del lugar de influencia

**Fuente:** Cristopher Tapia

### 3.18.3 Valores de resistencia de la puesta a tierra

**Tabla 4.** Valores de resistencia de puesta a tierras de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80

<b>Aplicación</b>	<b>Valores máximos de puesta a tierra</b>
<b>Estructuras de líneas de transmisión</b>	<b>20 OHMS</b>
<b>Subestaciones de alta y extra alta tensión</b>	<b>1 OHMS</b>
<b>Subestaciones de media tensión</b>	<b>10 OHMS</b>
<b>Protección contra rayos</b>	<b>10 OHMS</b>
<b>Neutro de acometida de baja tensión</b>	<b>25 OHMS</b>

**Fuente:** [2]

### 3.18.4 Sistemas que deben ser puestos a tierra según NEC (Código Eléctrico Nacional)

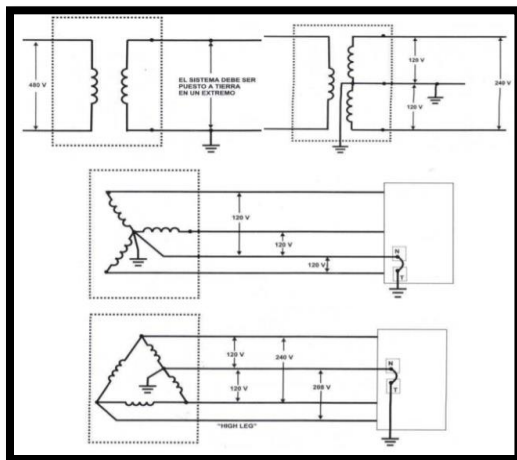


Figura 19. Sistemas que deben ser puestos a tierra según NEC.

Fuente:[18]

### 3.19 Normativas

Hoy en día existen normativas que regulan los niveles de distorsiones permitidos que puede tolerar el sistema de distribución y las cargas distorsivas que producen los elementos electrónicos[1]. Las normas establecen un mínimo de calidad de suministro, que se fija limitando los niveles máximos de distorsión en la onda de tensión suministrada en un punto determinado de la red.

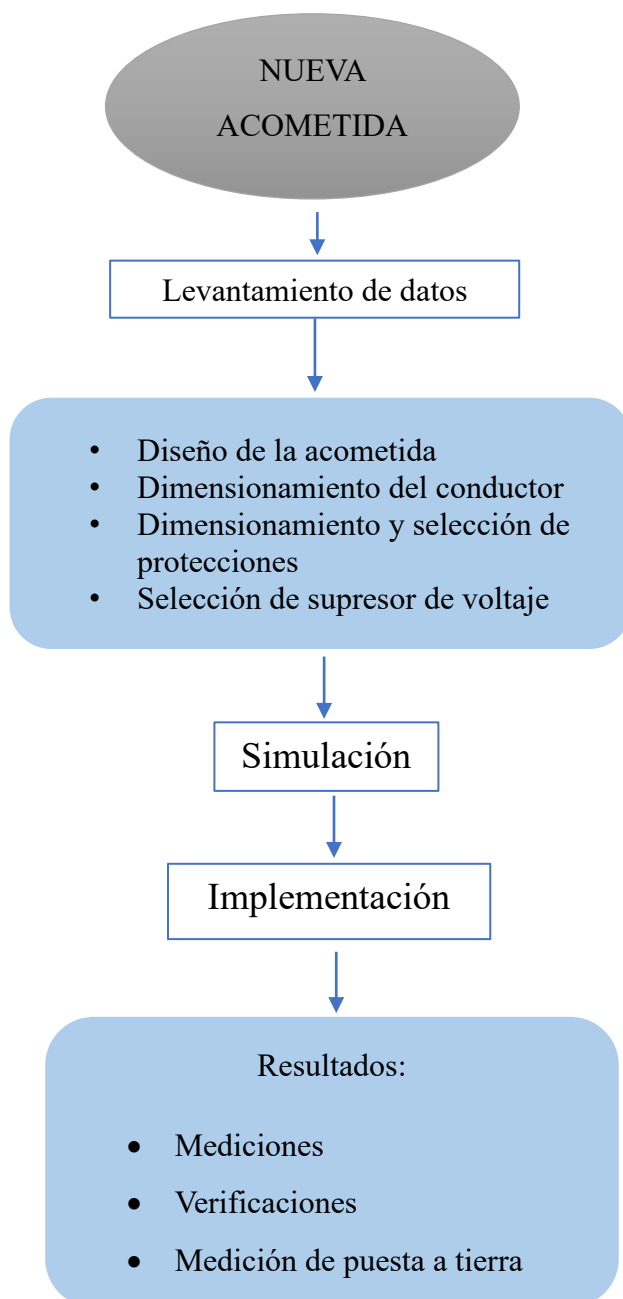
Estos límites se denominan límites de compatibilidad y normalmente se establecen los límites de THD y contenido armónico individual aceptable para los niveles de tensión establecidos en las redes eléctricas. En caso de no ser establecidos expresamente se suele adoptar o tomar como referencia los establecidos por normas como EL CEN INEN o también con la regulación ARCONEL.

## 4 METODOLOGÍA:

Para el desarrollo de este tema de titulación se consideró varios aspectos para llevar a cabo una investigación que es muy relevante a la avería de la tarjeta de control de la máquina de ensayos, por lo cual se realizó un diagrama de flujo donde se explicara detalladamente el proceso para llevar a cabo esta investigación aplicando métodos y con la ayuda de

herramientas el cual nos permitió expresar los resultados tomando en cuenta la variable dependiente e independiente que permitió llegar al hallazgo del problema e inmediatamente su solución.

#### 4.1 Diagrama de flujo



**Figura 20.** Metodología utilizada

**Fuente:** Cristopher Tapia

## 4.2 Levantamiento de datos:

**Tabla 5.** Para el levantamiento de datos se tomó en consideración:

Ítems	Detalle	Lugar	Método herramientas
1	Identificar como está distribuida de energía de los centros de carga del taller de eléctrica electromecánica e industrial.	Taller de la universidad técnica de Cotopaxi.	Se utilizo: Pinza amperimétrica
2	Diseño de layout del taller de la distribución de energía de los centros de carga del taller.	Taller de la universidad técnica de Cotopaxi.	Se utilizo: Diseño en AutoCAD
3	Identificación del alimentador de la máquina de ensayos TINIUS OLSEN.	Taller de la universidad técnica de Cotopaxi.	Se utilizo: Layout de distribución
4	Colocación y parametrización del equipo de medición en el lugar adecuado para su respectiva lectura de datos.	Taller de la universidad técnica de Cotopaxi.	Se utilizo: Analizador de energía FLUKE 435
5	Extracción de datos medidos de equipo de medición	Taller de la universidad técnica de Cotopaxi.	Se utilizo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizador de energía FLUKE</li> <li>• Programa Fluke</li> <li>• Excel</li> </ul>
5	Justificación y comparación de los datos obtenidos de la medición.	Taller de la universidad técnica de Cotopaxi.	Se utilizo: Normas y regulaciones Requerimientos del fabricante

#### **4.1 Diseño de una acometida individual para la máquina de pruebas universal Tinius Olsen (autocad)**

Para cumplir con el diseño de la acometida se tomó en consideración la aplicación de la (Norma IEC 60617) para la simbología en el diseño de dicho diagrama con todos elementos que lo conforman.

##### **4.1.1 Selección del Calibre de Conductor para Instalaciones Eléctricas de bajo voltaje**

La selección adecuada en un conductor que transporta energía a un dispositivo específico se toma en consideración dos factores:

- La capacidad de conducción de corriente (Ampacidad)
- La caída de voltaje.

Estos dos factores se consideran por separado para un análisis y simultáneamente en la selección de un conductor [18]. Cómo es posible que los resultados en la selección de un conductor difieran considerando estos factores, entonces, se debe tomar como bueno el que resulte de mayor sección ya que de esta manera el conductor se comportará satisfactoriamente desde el punto de vista de caída de voltaje y cumplirá con los requerimientos de capacidad de corriente.

##### **4.1.1.1 Dimensionamiento del cable**

Para determinar el calibre del conductor debemos tener en cuenta algunos parámetros para poder aplicar la fórmula y obtener la sección del conductor.

Ecuación 5

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I}{\Delta U \times Vn}$$

**Dónde:**

**S:** Sección de conductor

**L:** Longitud del cable

$\Delta U$ : Caída de tensión permisible

$V_n$ : Voltaje nominal

$I$ : Corriente que consume el equipo en (A)

$\rho$ : Resistividad del cable

#### 4.1.2 Cálculo de la caída de voltaje en Sistemas Trifásicos a tres hilos:

Con la ecuación 6 se determina la caída de voltaje entre fases es:

Ecuación 6

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left( \frac{\rho \times I \times L}{S} \right)$$

$\Delta U$  = Caída de tensión [V]

L = longitud del conductor [m]

I = Intensidad prevista para la línea [A]

$\rho$  = Resistividad del cable

S = Sección del cable

#### 4.1.3 Selección de interruptor magnetotérmico de la acometida para la máquina de pruebas universal.

Ecuación 7

$$I_r = k \times I_d$$

**Donde:**

**$I_r$** : Corriente de sobrecarga

**K**: Factor de carga permitida por el cable (125%)

**$I_d$** : Corriente de diseño

## **4.2 Selección de supresor de voltaje**

La protección contra sobre voltajes en instalaciones y equipos de acuerdo a la norma NEC2011 15.1.9.3.1.1 Sin importar cómo se genera, un pico de voltaje puede causar serios daños en equipo electrónico sensible. La protección de transientes es aplicada para prevenir:

- Daños
- Destrucción
- Degradación a equipos y prevenir daños y mal funcionamiento de cargas electrónicas

La efectividad de la calidad de energía depende de un adecuado sistema de puesta a tierra esta norma recomienda el uso de supresores de transientes en el diseño total de la instalación, y más si se trata de un proyecto de edificación nueva. Se recomienda protección para todas las cargas electrónicas en una relación de costo por kVA adecuada y esta se clasifica de acuerdo a su utilización y se puede observar en el anexo 34.

## **4.3 Simulación**

Para la simulación de este proyecto se utilizó un programa denominado ETAP el cual es utilizado para el diseño y simulación de sistemas eléctricos el cual permite visualizar caídas de tensión coordinación de protecciones y corriente corto circuito entre otros, y se aplicó en este proyecto.

## **4.4 Implementación**

Para la implementación se consideró la selección de los elementos que se va utilizar en el proyecto de acuerdo con su debido dimensionamiento el cuál se presentara en anexos y en los resultados seguidamente con la sugerencia del fabricante.

## **4.5 Manual de la máquina**

### **4.5.1 Conexión eléctrica**

El equipo debe ser conectado por una persona competente a un suministro trifásico como se especifica durante el proceso de pedido. El cable ingresa a la unidad de la consola a través

de un puerto de entrada en la mano izquierda o derecha lateral y debe protegerse en un conducto según lo exigen los códigos locales y nacionales [25].

El cable utilizado debe cumplir con los requisitos especificados en el Apéndice A y debe conectarse a través de un disyuntor aprobado para permitir la desconexión y bloqueo del equipo en caso de mantenimiento.

El equipo DEBE estar conectado a tierra con un cable de tierra adecuado, ya sea a través de conexión, o una varilla de puesta a tierra separada [25].

#### **4.5.2 Conexiones de alimentación principal**

Después de confirmar que el voltaje de línea suministrado coincide con la placa de características de la máquina, conecte una línea de alimentación que tenga las características eléctricas adecuadas, a la caja eléctrica principal en el lado derecho de la consola de control / Unidad de potencia hidráulica. Si hay alguna preocupación con respecto a la oferta, por favor comuníquese con Tinius Olsen o el representante local para obtener una aclaración ANTES de conectar la energía. Se proporciona un interruptor de desconexión con fusible en la puerta del gabinete eléctrico en el lado derecho de la consola [25].

Asegúrese de conectar a tierra correctamente la máquina. Tenga en cuenta que se proporciona un protector transparente que cubre la línea principal de conexiones. Para abrir el gabinete eléctrico, hay dos cerrojos giratorios de 1/4 de vuelta que deben abrirse en la puerta, y el interruptor de desconexión con fusible debe estar desactivado [25]. Para desconectar el interruptor, sostenga la manija en el "OFF" colóquelo mientras presiona la pestaña deslizante hacia abajo y abra la puerta. Invierta este procedimiento para volver a colocar y cambiar cuando haya terminado.

¡Todas las máquinas están provistas de un interno! fuente de alimentación que proporciona energía al controlador, relés y sistemas auxiliares dentro del gabinete. Esta fuente de alimentación puede aceptar cualquier voltaje de 200-500 VCA (50/60 Hz), que se reduce a 24 VCC. ¡Solo si la fuente de alimentación, en todas las fases, está fuera de este rango, sería un externo! Se requiere un transformador reductor / ascendente [25]. Lo siguiente se

basa en un suministro trifásico de 50 o 60 ciclos. Tenga en cuenta que el motor de la cruceta siempre es de 60 ciclos y el motor de la bomba será específico (50 o 60). [11]

**Tabla 6.** Requisitos de energía típicos

<b>Requisitos de energía típicos</b>			
Up to 600kN (120k lbf)	4 KVA	2000 kN (400k lbf)	8 KVA
1000 to 1500 kN (200 to 300k) lbf	7 KVA	3000kN (600k lbf)	10 KVA

**Fuente:** [25]

Para calcular la corriente trifásica (carga necesaria) de una máquina, divida el requisito de potencia en amperios por el voltaje de suministro. Por ejemplo, para hacer funcionar un "SL" de 600 kN (120 k lbf) con un suministro de 220 VCA (4000 VA / 220 V) equivaldría a 18,2 amperios. El suministro DEBE cumplir con estos requisitos.

#### **4.5.3 Requerimientos determinados por el fabricante**

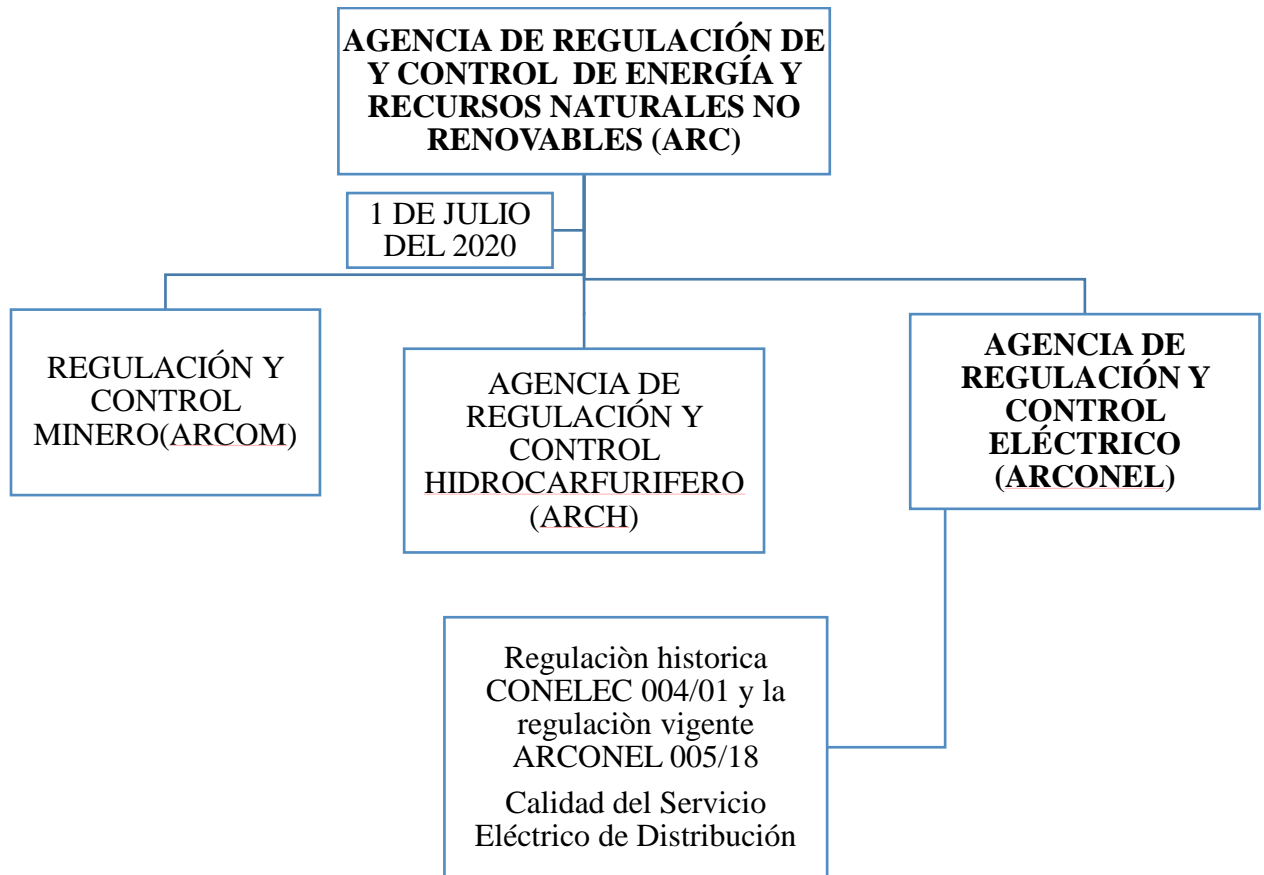
- El equipo debe ser cableado a un suministro trifásico. El cable ingresa a la unidad de la consola a través de un puerto de entrada en el lado izquierdo o derecho y debe protegerse en un conducto según lo exigen los códigos locales y nacionales.
- El cable utilizado debe cumplir con los requisitos (18,2 A. 220 V. 60 o 50 Hz) y debe conectarse a través de un disyuntor aprobado para permitir la desconexión y bloqueo del equipo en caso de mantenimiento o servicio.
- El equipo DEBE estar conectado a tierra con un cable de tierra adecuado, ya sea a través de la conexión trifásica suministrada o mediante una varilla de conexión a tierra dedicada separada.

#### **4.6 Determinación de los límites de voltaje**

El límite de voltajes se obtiene de datos proporcionados por el fabricante, normas y regulaciones.

##### **4.6.1 ARCONEL**

###### **4.6.1.1 Estructura**



La calidad de voltajes se determina como las variaciones de los valores eficaces (rms) medidos cada 10 min., con relación al voltaje nominal en los diferentes niveles [29].

#### **4.6.1.2 Regulación ARCONEL 005/18**

El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje [29].

Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

**Tabla 7.** Variaciones de voltaje admitidas por el CONELEC 005/18

<b>NIVEL DE VOLTAJE</b>	<b>RANGO ADMISIBLE</b>
Alto Voltaje	±5,0 %
Medio Voltaje	±6,0 %
Bajo Voltaje	±8,0 %

**Fuente:** [29]

Ecuación 10

$$\Delta V_k(\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} \times 100$$

$\Delta V_k$ : Variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo de 10 minutos.

$V_k$ : Voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición de 10 minutos.

$V_n$ : Voltaje nominal en el punto de medición.

#### **4.6.2 CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL INEN**

Sección 10-Requisitos para las instalaciones eléctricas:

- 1) Si es adecuado para su instalación y uso según lo establecido en este código.
- 2) Resistencia mecánica y durabilidad, incluyendo, en el caso de partes diseñadas para encerrar y proteger otro equipo, la suficiencia de la protección provista.
- 3) Doble o flexión del conductor y espacio para conexiones.
- 4) Aislamiento eléctrico
- 5) Efectos de calentamiento bajo condiciones normales de uso y también bajo condiciones anormales que puedan surgir en servicio.
- 6) Efectos de arcos
- 7) Clasificación por tipo, tamaño, voltaje, capacidad de corriente y uso específico
- 8) Otros factores que contribuyan a la protección de personas que usen o que puedan ponerse en contacto con el equipo.

#### 4.6.3 Límite de factor de potencia según el ARCONEL

Lo que establece la regulación ARCONEL 005/18 es que no debe ser menor a 0,92%.

#### 4.6.4 Límites de caída de tensión según la NEC/NFPA70

La NEC recomienda que la caída de voltaje máxima combinada para el alimentador más el circuito ramal no debe superar el 5% y el máximo en el circuito alimentador o ramal no debe superar el 3% tomando en cuenta que las tarjetas electrónicas son sensibles a fluctuaciones eléctricas ver anexo 43 curva de tolerancia de tarjeta electrónica.

#### 4.6.5 Desbalance de tensión según la IEEE 1159

Según la norma IEEE 1159 el desbalance de tensión en baja tensión en sistemas trifásicos no debe superar el 1,5%.

Ecuación 11

$$D(\%) = \frac{Um - Ued}{Ued} * 100$$

**Dónde:**

D = Desbalance de tensión

Um = Tensión máxima de las tres fases

Ued = Tensión media de las tres fases

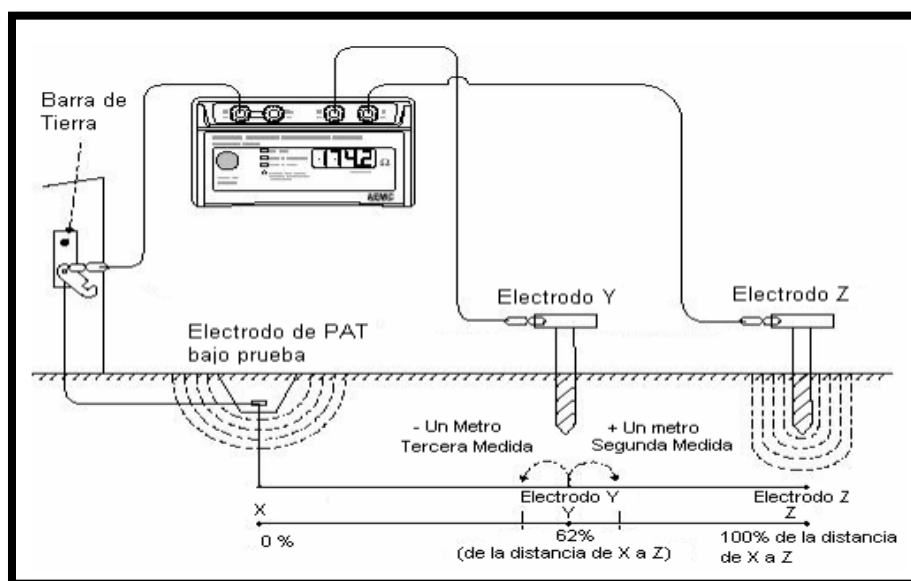
**Tabla 8.** Rendimiento de motores con desequilibrio de tensión

<b>DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>RENDIMIENTO APROXIMADO</b>
1%		Ninguno
1,5%		95%
3%		88%
4%		82%
5%		75%
Para evaluar motores mayores que 500 hp consulte al vendedor sobre el rendimiento.		

**Fuente:** [1]

#### 4.7 Método para la medición a tierra

Para la medición de la puesta a tierra se utilizó un equipo denominado galvanómetro el permite visualizar cual es la resistencia de la puesta a tierra considerando el método de la caída de potencia. La resistencia de puesta a tierra debe ser medida antes de la puesta en funcionamiento de un sistema eléctrico, como parte de la rutina de mantenimiento o excepcionalmente como parte de la verificación de un sistema de puesta a tierra tal como se muestra en la figura 22.



**Figura 21.** Método de caída a de potencia

**Fuente:** [1]

El electrodo de potencial debe ser colocado en la misma dirección del electrodo de corriente, pero también puede ser colocado en la dirección opuesta como lo ilustra la figura 25. En la práctica, la distancia “d” para el electrodo de potencial se elige aproximadamente al 62% de la distancia del electrodo de corriente. Esta distancia está basada en la posición teóricamente

correcta (61.8%) para medir la resistencia exacta del electrodo para un suelo de resistividad homogéneo para esto se considera los valores de referencia según la tabla 3 no debe superar a la resistencia de 10 Ω ohmios.

## 5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de las mediciones que realizó el analizador de energía permitiendo visualizar los parámetros relevantes a la avería de la máquina en base de aquella información se realizó el diseño y el cálculo para la implementación adecuada de la nueva acometida por lo tanto se expresara los resultados de la investigación cautelando la aplicación de normativas y regulaciones que permitió llegar a este objetivo.

### 5.1 Ubicación de un punto en la distribución eléctrica para instalar el equipo de medición

Para ubicar el analizador de energía se debe tener en cuenta dónde está energizada la máquina de ensayos y llegar al tablero de distribución donde esta energizada la máquina, siendo el tablero TDS5 (del laboratorio de hidroneumática).

### 5.2 Configuración del analizador de energía Fluke 435

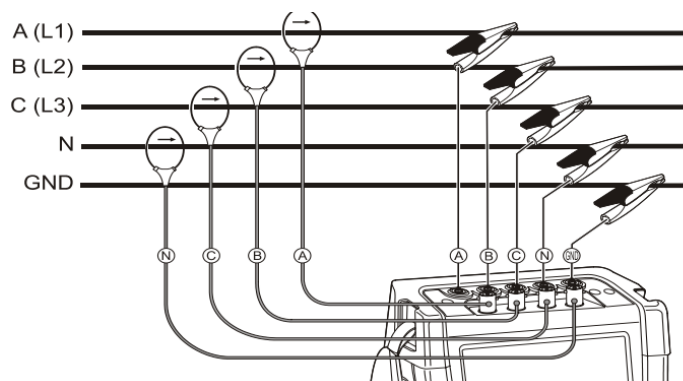
Se debe tener una previa configuración en el equipo para poder obtener los datos de calidad de energía.

**Tabla 9.** Configuración del analizador de energía Fluke 435

PASOS	EJECUCIÓN
1.	Configurar la fecha y hora exacta para tener el registro de los eventos.
2.	Configurar el tipo de sistema eléctrico (Estrella).
3.	Configurar la frecuencia (60 Hz).
4.	Configurar la tensión nominal (220 V).
5.	Configurar la norma para marcar los eventos que detectará el analizador.

**Fuente:** [4]

### 5.2.1 Pasos para la conexión de analizador



**Figura 22.** Diagrama de conexión del analizador

**Fuente:** [4]

**Tabla 10.** Pasos para la conexión de analizador

PASOS	EJECUCIÓN
1.	Ponga las pinzas amperimétricas alrededor de los conductores de fase A (L1), B (L2), C (L3) y N(neutro). Las pinzas están marcadas con una flecha que indica la polaridad de señal correcta
2.	Realice las conexiones de tensión: comience por la conexión a tierra y, después, en sucesión N, A (L1), B (L2) y C (L3). Para obtener resultados de medida correctos, conecte siempre la entrada de conexión a tierra. Compruebe siempre dos veces las conexiones. Compruebe que las pinzas amperimétricas están firmemente fijadas y completamente cerradas alrededor de los conductores

**Fuente:** [4]

### 5.2.2 Tiempo de medición

Para la medición de los parámetros de calidad de energía es necesario almacenar los datos dentro del analizador y mientras más tiempo permanezca conectado el analizador más preciso serán los datos, pero también se debe tener en cuenta el almacenamiento o la tarjeta Micro SD (hasta 32 GB) que limita el tiempo que se requiere medir. Se utilizó el tiempo que viene defecto en el analizador que mide durante un periodo de 7 días en intervalos de 1 segundo.

**Tabla 11.** Tiempo de medición de analizador de energía

<b>Ubicación</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi, talleres de electromecánica y eléctrica, tablero (TDS5) laboratorio de hidroneumática
<b>Duración</b>	7 días
<b>Primera medición</b>	14/01/2020 17:02:20
<b>Última medición</b>	21/01/2020 17:02:20

**Fuente:** Christopher Tapia

### **5.3 Análisis e interpretación de los datos obtenidos**

Para el siguiente análisis se obtiene una base de datos que se extrae de la tarjeta microSD del analizador de energía y para interpretarlo se utilizó el programa de Excel mediante gráficas que se puede apreciar en la figura 26.

#### **5.3.1 Perfil de voltaje RMS medido de cada fase**

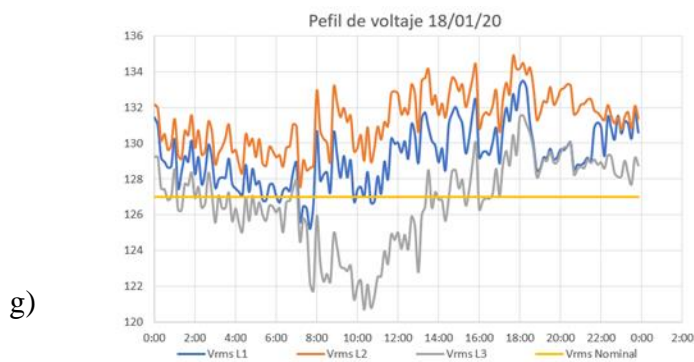
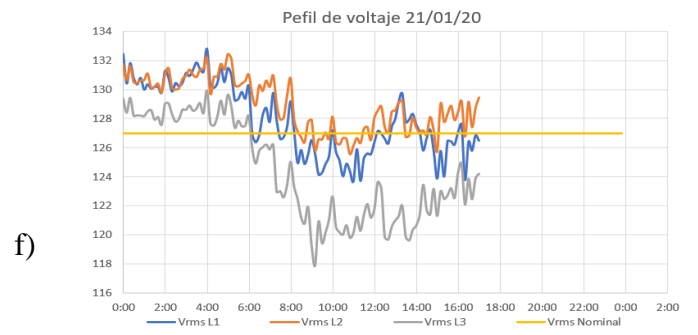
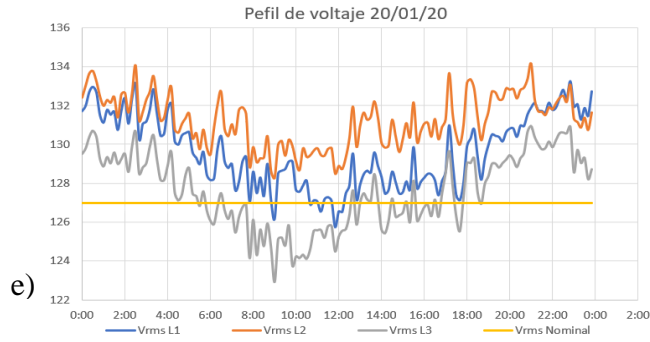
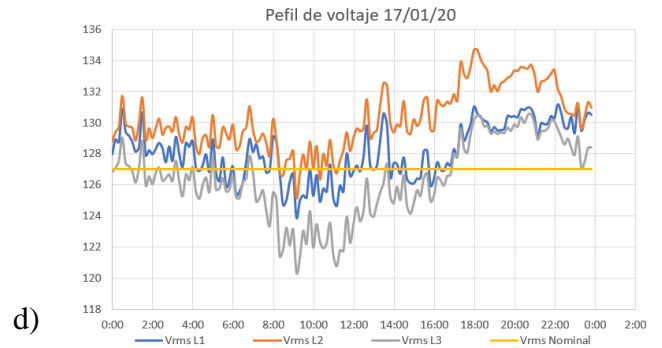
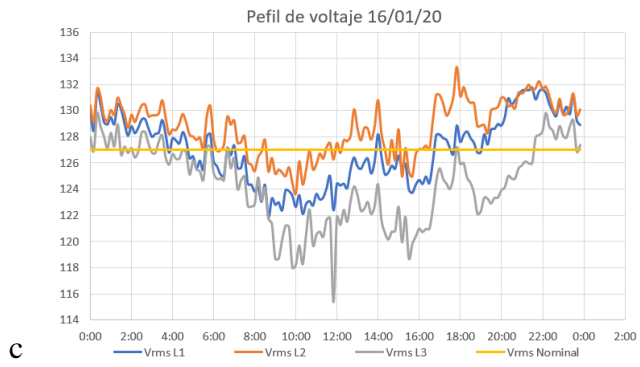
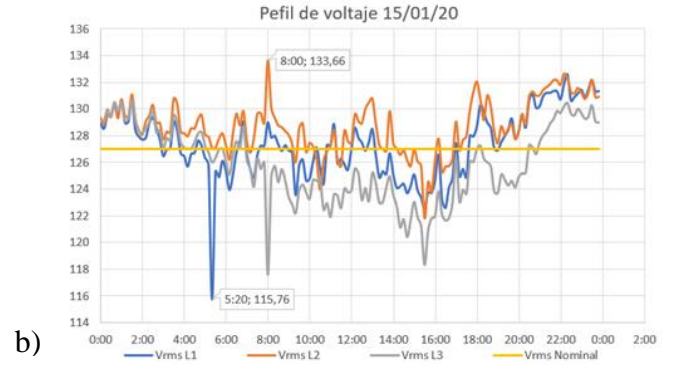
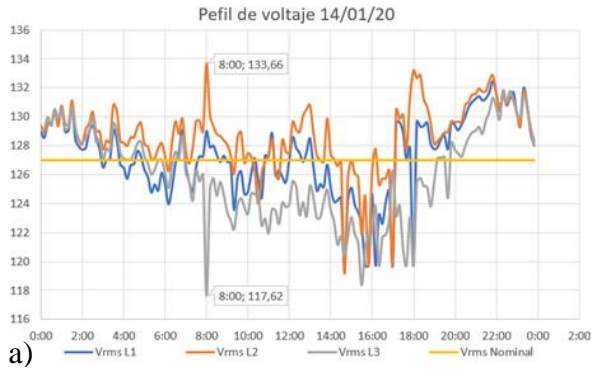
Medición de perfiles de voltaje durante 7 días para obtener la falla que pudo averiar a la tarjeta de control principal de la máquina.

### **5.4 Análisis e interpretación de los datos obtenidos**

**Tabla 12.** Tiempo de medición

<b>Ubicación</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi, talleres de electromecánica y eléctrica, tablero (TDS5) laboratorio de hidroneumática
<b>Duración</b>	7 días
<b>Primera medición</b>	14/01/2020 17:02:20
<b>Última medición</b>	21/01/2020 17:02:20

**Fuente:** Christopher Tapia



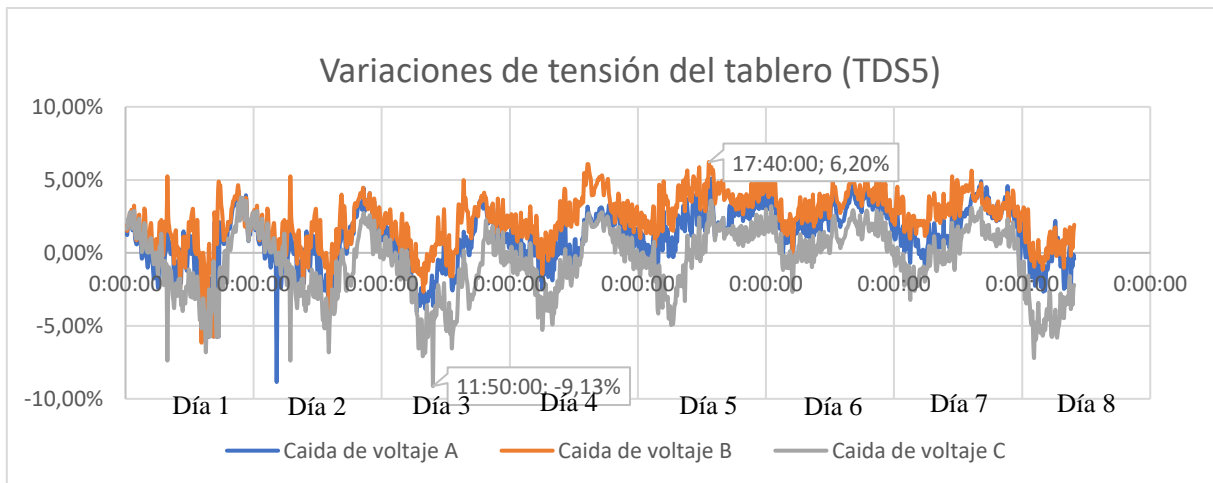
**Figura 23.** Perfiles de voltajes medidos en 8 días

**Descripción:** a) Perfil de voltaje día 1; b) Perfil de voltaje día 2; c) Perfil de voltaje día 3; d) Perfil de voltaje día 4; e) Perfil de voltaje día 5; f) Perfil de voltaje día 6; g) Perfil de voltaje día 7; Azul Fase 1, Naranja Fase 2, Plomo Fase 3, Amarillo voltaje nominal

**Fuente:** Cristopher Tapia

#### 5.4.1 Variaciones de voltaje en el tablero (TDS5)

Se puede observar en la siguiente figura que aplicando la ecuación 1 se determina en porcentaje de las variaciones de tensión que existen en el tablero (TDS5) y se deben compara con los límites de variaciones de voltaje que regula el CONELEC 005/18.



**Figura 24.** Variaciones de tensión del tablero (TDS5)

**Fuente:** Cristopher Tapia

Al obtener el porcentaje de todas las variaciones de voltaje se tiene que solo una línea sobrepasa el 5% de tensión con los siguientes datos: Línea A con 9 eventos que representa el 0,81%, línea B con 62 eventos que representa el 5,58% y línea C con 44 eventos que representan el 3,96%. Esto quiere decir que existe también un desbalance de voltaje ya que solo la línea B presenta una variación del 5,58% en los 7 días medidos aunque está dentro de lo que regula el ARCONEL, estas variaciones de voltaje afectan directamente a la tarjeta de control de la máquina de pruebas universal, todo esto también se debe al desequilibrio de

voltaje que existe dentro del taller por cargas monofásicas, ya que tenemos variaciones o caídas de tensión de hasta -9,13% aunque no son tan frecuentes afectan a la máquina.

#### 5.4.2 Desequilibrio de tensión en el tablero (TDS5)

El desequilibrio de tensión se obtuvo aplicando la ecuación 9 para después comparar con los porcentajes de desequilibrio permitidos por la norma IEEE 1159.



**Figura 25.** Desequilibrio de tensión en el tablero (TDS5)

**Fuente:** Cristopher Tapia

Después de haber obtenido el desequilibrio de tensión entre las 3 líneas comprobamos que el 5,4% de todas las mediciones supera el 1,5% de desequilibrio, la norma IEEE 1159 afirma que el rendimiento de motores es afectado cuando supera el 1,5% de desequilibrio, por lo que comprobamos que existe un desequilibrio de tensión en el tablero TDS5.

#### 5.4.3 Caída de voltaje en el tablero (TDS5)

**Tabla 13.** Resumen de las mediciones de voltaje del tablero (TDS5).

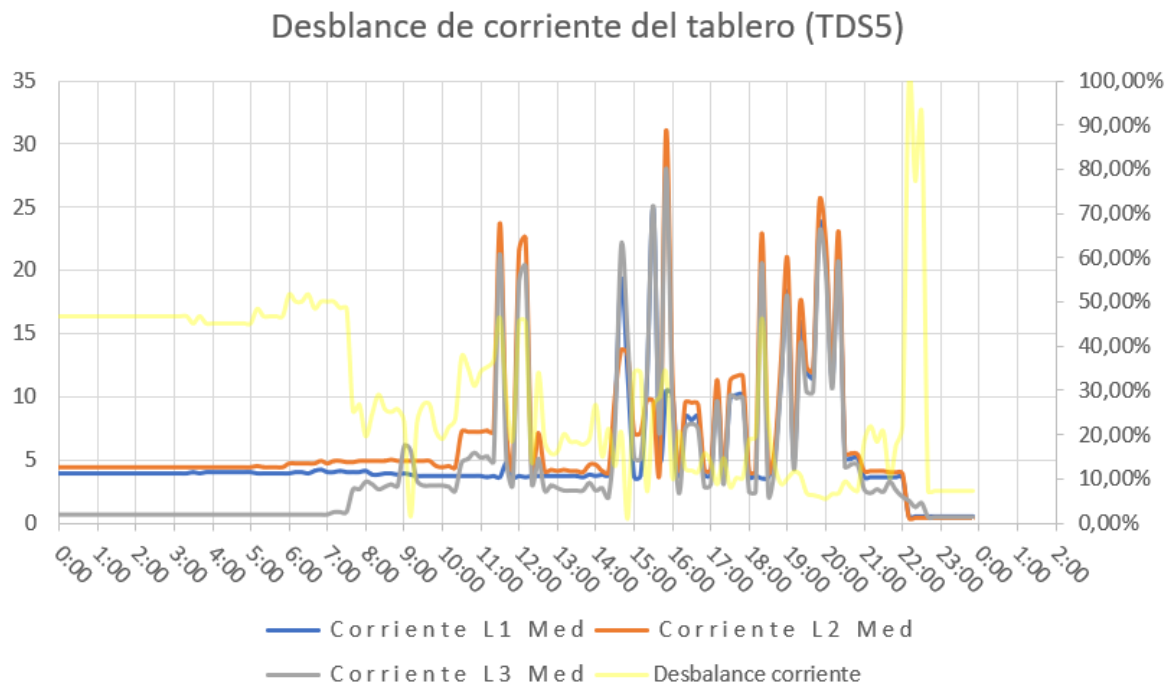
ESCENARIO	HORAS		FASE	VOLTAJE PROMEDIO
	Inicio	Fin		
Demanda mínima	0:00:00	6:00:00	A	127,80
			B	128,97
			C	128,37
Demanda media	9:00:00		A	123,32

		14:00:00	B	123,77
			C	124,75
Demanda máxima	14:00:00	20:00:00	A	120,05
			B	114,53
			C	121,50

**Fuente:** Cristopher Tapia

Se puede observar en la tabla un resumen de las mediciones que se realizaron en el tablero (TDS5) donde se sacó el promedio de voltaje de cada fase según las demandas que se tienen durante el día. Según el ARCONEL para obtener la calidad de voltaje se debe obtener el índice de calidad donde la variación del voltaje debe ser de más del 8% y este valor debe superar el 5% de todas las mediciones realizadas durante un periodo de 7 días.

#### 5.4.4 Perfiles y desbalance de corriente del tablero (TDS5)

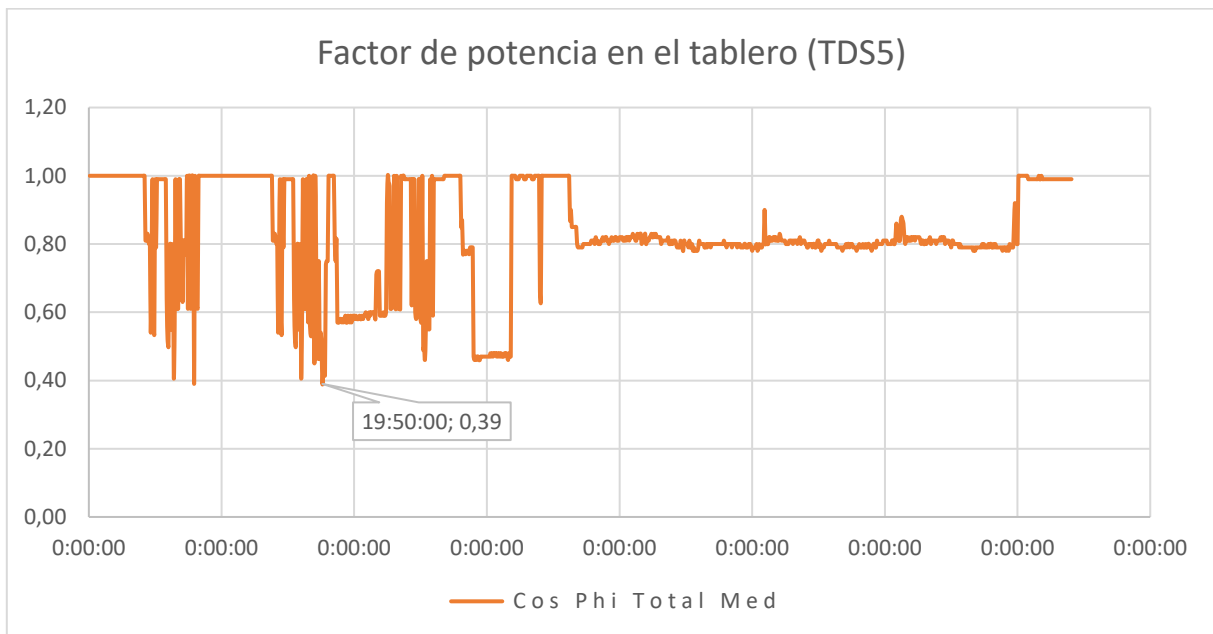


**Figura 26.** Perfiles y desbalance de corriente del tablero (TDS5)

**Fuente:** Cristopher Tapia

En la figura 18, se aprecia los perfiles de corriente de un día típico, donde la corriente en cada fase empieza a incrementar a partir de las 07:00 y disminuye a partir de las 22:00 horas, debido a que la demanda está directamente relacionada con las actividades del taller. También se observa el desbalance de corriente en porcentaje que se produce a lo largo del día, presentando valores de hasta el 100% a las 22:00 h, este último valor es más importante, ya que en esa hora los efectos por desbalance afectarán a los equipos trifásicos.

#### 5.4.5 Factor de potencia del tablero (TDS5)



**Figura 27.** Factor de potencia en el tablero TDS5

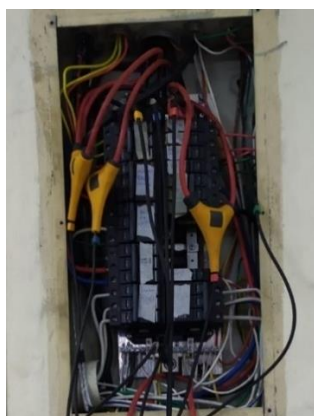
**Fuente:** Christopher Tapia

De los datos medidos tenemos también un bajo factor de potencia que obteniendo el promedio de los 8 días medidos se obtiene  $\cos(\Theta) = 0,83$ . El ARCONEL determina que el valor mínimo es de 0,92.

### 5.5 Diagrama de la distribución eléctrica del taller de la Universidad Técnica De Cotopaxi

Desde el tablero de distribución de energía general (TDG) hacia los talleres de electromecánica en el taller de resistencia de materiales (TDS6) existe una mala distribución de energía, ya que el taller de hidroneumática (TDS5) se encuentra suministrando energía a los (TDS4), (TDS6) y (TDS7) y estos deberían estar alimentados

desde el tablero de distribución principal, y puede observar en el Layout de distribución del taller (002-Layout).



**Figura 28.** Tablero de distribución del taller de hidroneumática (TDS5)

**Fuente:** Cristopher Tapia

## 5.6 Mediciones

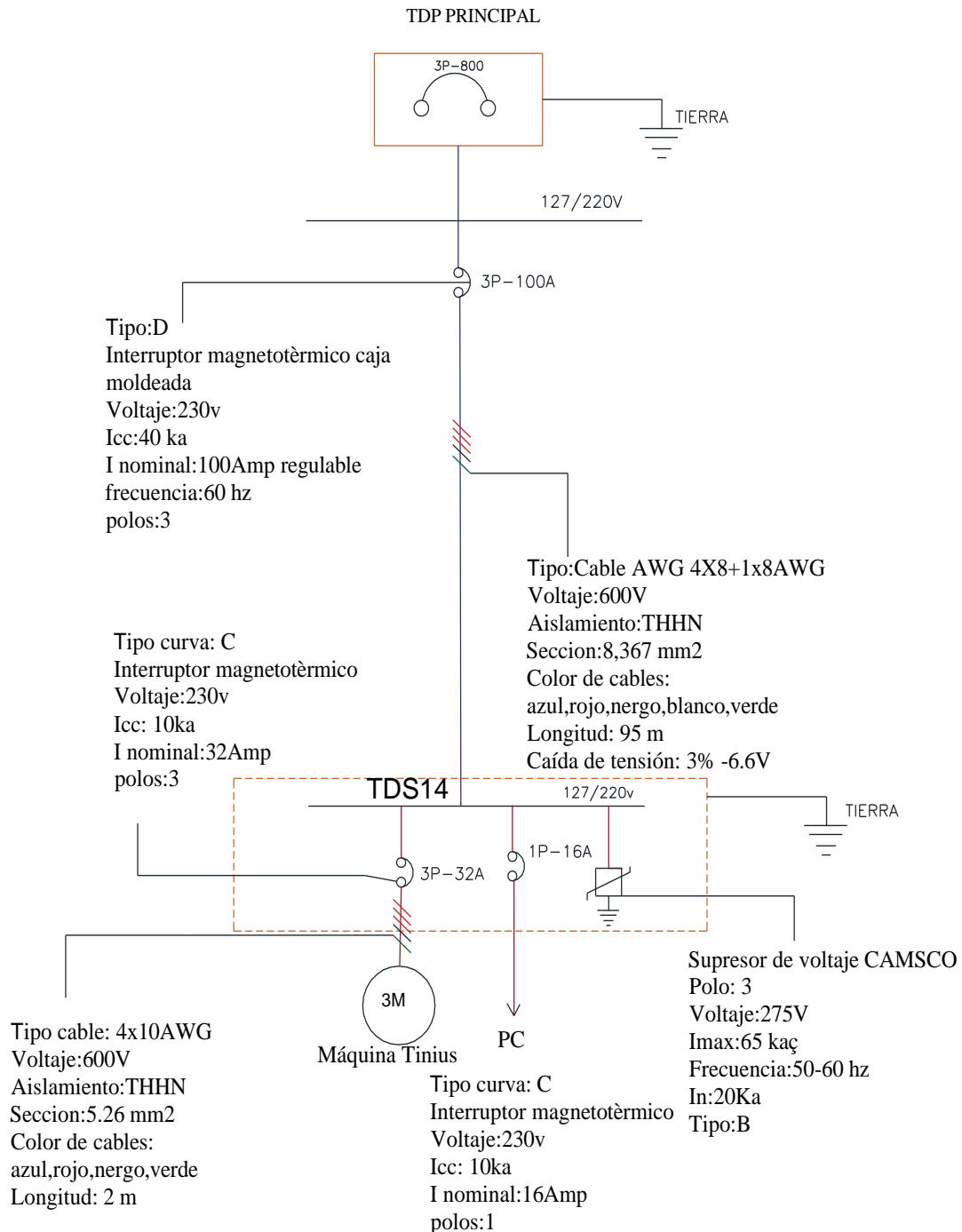
En el proyecto se cumple con las mediciones necesarias para un diagnóstico energético de calidad de producto, de acuerdo a lo establecido en la Regulación ARCONEL 005/18. Las mediciones se realizaron con el analizador de redes Fluke 435 series II. Las mediciones se realizaron en los talleres de electromecánica y eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi por un periodo de 7 días desde el 14/01/2020 hasta el 21/01/2020. Las mediciones se indican en los anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9.

**Tabla 14.** Resumen de parámetro de voltaje medidos en el tablero TDS5

PARÁMETRO	MEDIDO	NORMA Y REGULACIÓN
Variación de tensión	El 5.58% de los valores medidos supera el 8% de variación	Máximo $\pm 8\%$ (ARCONEL005/18)
Desequilibrio de tensión	El 5,4% de los valores medidos supera el 1,5%	Desde 1,5% afecta al motor (IEEE 1159)
Factor de potencia	0,83	Mínimo 0,92 (ARCONEL005/18)

**Fuente:** Cristopher Tapia

## 5.7 Diagrama unifilar de elementos para la acometida de la máquina de pruebas universal Tinius O Olsen



**Figura 29.** Diagrama unifilar de la acometida de la máquina TINIUS

**Fuente:** Cristopher Tapia

## 5.8 Dimensionamiento y Selección del cable para la acometida de la máquina de pruebas

**Tabla 15.** Datos para el cálculo del cable

DATOS	VARIABLES	OBTENIDO EN:
$\rho$ : Resistividad del cable	$0,0172 \frac{\Omega mm^2}{m}$	Tabla de resistividad de conductores.
$L$ : Longitud del cable	95 metros	Distancia de alimentación de la máquina.
$\mu$ : Caída de tensión	3%	Según la norma

**Fuente:** Cristopher tapia

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 0.0172 \times 95m \times 18.2A}{0.03 \times 220v}$$

$$S = 7,8mm^2$$

A partir del cálculo se seleccionó con la sección a un valor aproximado según la tabla de conductores de cables aislados cuyo valor aproximado es  $8.37mm^2$  que determinó a un conductor # 8 en awg ver en anexo 29 y la selección del cable anexo 30.

## 5.9 Cálculo de caída de tensión

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left( \frac{0,0172 \frac{\Omega mm^2}{m} \times 18.2A \times 95m}{8.37mm^2} \right)$$

$$\Delta U = 6.1V$$

De acuerdo a la tabla de límites reglamentarios de caída de tensión, el cual especifica una caída de tensión de 6.6 voltios [V] es del 3% tomando en cuenta que está dentro de los límites de voltajes nominales de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana (CPE-INEN 19:2001) ver anexo 31.

### 5.10 Dimensionamiento de cable para la conexión a tierra

El conductor de puesta a tierra debe acompañar a los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización. Para el respectivo dimensionamiento y cálculo del cable se debe considerar la sección ( $S \text{ mm}^2$ ) el tipo de material en este caso que es el cobre (Cu) y esta sección debe ser ( $S \leq 16 \text{ mm}^2$ ) según 771.18.5.5 AEA 90364 7-771 ED 2006 ver anexo 32.

$$S_{Cu} L1 = S_{PAT(Cu)}$$

**Dónde:**

$S_{Cu} L1$  = Línea de alimentación de cobre (Cu)

$S_{PAT(Cu)}$  = Línea puesta a tierra (Cu)

$$8,367 \text{ mm}^2 = 8,367 \text{ mm}^2$$

### 5.11 Dimensionamiento y selección del interruptor termomagnético para protección de la máquina.

Para el dimensionamiento del interruptor magneto térmico se debe considerar la potencia que va a consumir la máquina expresado en corriente (I) con el factor de seguridad. Tomando en cuenta la proporción de datos que emite el fabricante del consumo de la máquina que son los siguientes.

**Tabla 16.** Datos de dimensionamiento breaker

DATOS	VARIABLES	OBTENIDOS EN
Voltaje nominal (Vn)	220 V	Fabricante
Corriente nominal	18.2 A	Fabricante
Frecuencia	60 Hz	Fabricante
Factor de seguridad	125%	Para cálculo

**Fuente:** Cristopher Tapia

$$I_r = k \times I_d$$

$$I_r = 1.25 \times 18.2$$

$$I_r = 22.75 \text{ A}$$

De acuerdo a la corriente obtenida se la selección del interruptor magnetotérmico SCHNEIDER de 32 amperios ver en anexo 33 y con los siguientes datos en la tabla 21.

### 5.11.1 Cálculo de la corriente de corto circuito

**Tabla 17.** Datos de cálculo de la corriente de cortocircuito

DATOS	VALOR	DETALLE
Potencia(S) y Voltaje(V)	300Kva/220V	Transformador
Ucc	5%	Transformador

**Fuente:** Cristopher tapia

$$V_{cc} = \mu_{cc} \cdot V_b$$

$$V_{cc} = 0.05 \times 220v$$

$$V_{cc} = 12.65v$$

$$I_{cc} = \frac{s}{\sqrt{3} \times V_{cc}} = \frac{300kva}{\sqrt{3} \times 0.22kv} = 13.6kA$$

### 5.12 Selección del supresor de voltaje

Para la selección de este dispositivo se consideró que es una protección para los picos transitorios que pueda existir en la acometida esta se clasifica según la norma IEEE C62.41 se apreciar en el anexo 34.

**Tabla 18.** Voltajes de operación del supresor

TIPO	VOLTAJE DE OPERACIÓN	TIPO DE CONEXIÓN
<b>A</b>	110V	Estrella
<b>B</b>	110V 220V	Estrella Triangulo

	440V	
<b>C</b>	110V	Estrella
	220V	Triangulo
	440V	

Se consideró en la selección del supresor tipo (B) por la clasificación y por la razón que es adecuado para la acometida que cumple con los requerimientos ver anexo 35.

### 5.13 Selección de gabinete eléctrico

Para la selección de la canalización, gabinete y de los elementos extras que se implementó en la acometida se puede apreciar en el anexo 36.

### 5.14 Canalización

Para dimensionar la canalización se tomó en cuenta la ecuación 4 factor de relleno y se puede apreciar la descripción en el anexo 37.

$$F_R = \frac{A_C}{A}$$

**Sección del cable 4x8 AWG:** 33,48 mm<sup>2</sup>

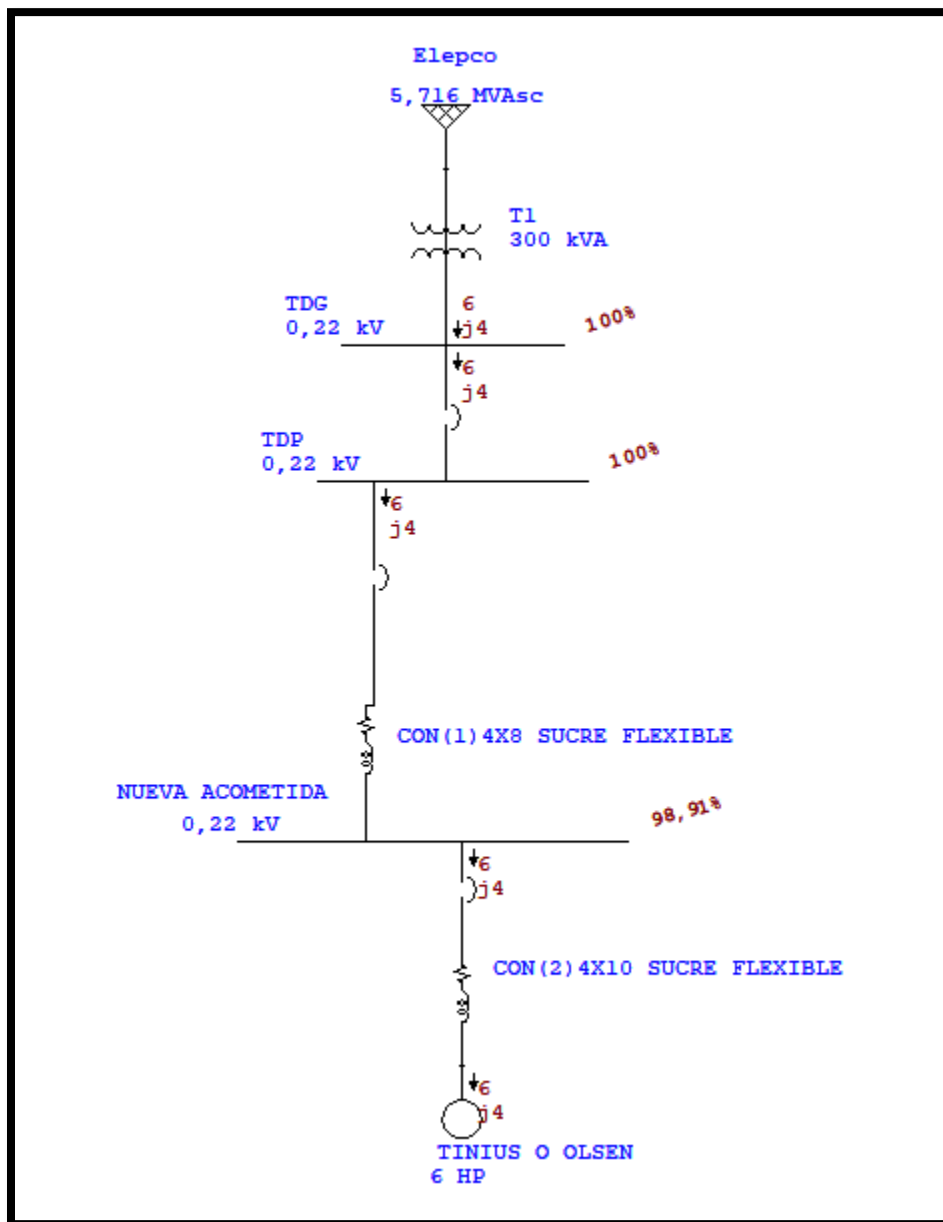
**Sección del cable 8 AWG:** 8,37 mm<sup>2</sup>

**Sección total:** 41,87 mm<sup>2</sup>

**Sección del tubo Conduit 3/4:** 344 mm<sup>2</sup>

**Factor de relleno admitido para más de 2 conductores:** 40% (137.6 mm<sup>2</sup>)

## 5.15 Simulación en ETAP de caída de tensión y coordinación de protecciones



**Figura 30.** Caída de tensión

**Fuente:** Cristopher Tapia

En el siguiente anexo se presenta la simulación en programa ETAP la caída de tensión de la nueva acometida comprobando que se encuentra dentro del régimen según dicta la norma NEC/NFPA70 que es hasta el 5% teniendo un 98.91% que la caída de tensión es de 1.09% y se encuentra dentro de los límites establecidos.

### 5.15.1 Curvas de coordinación de protecciones con el consumidor

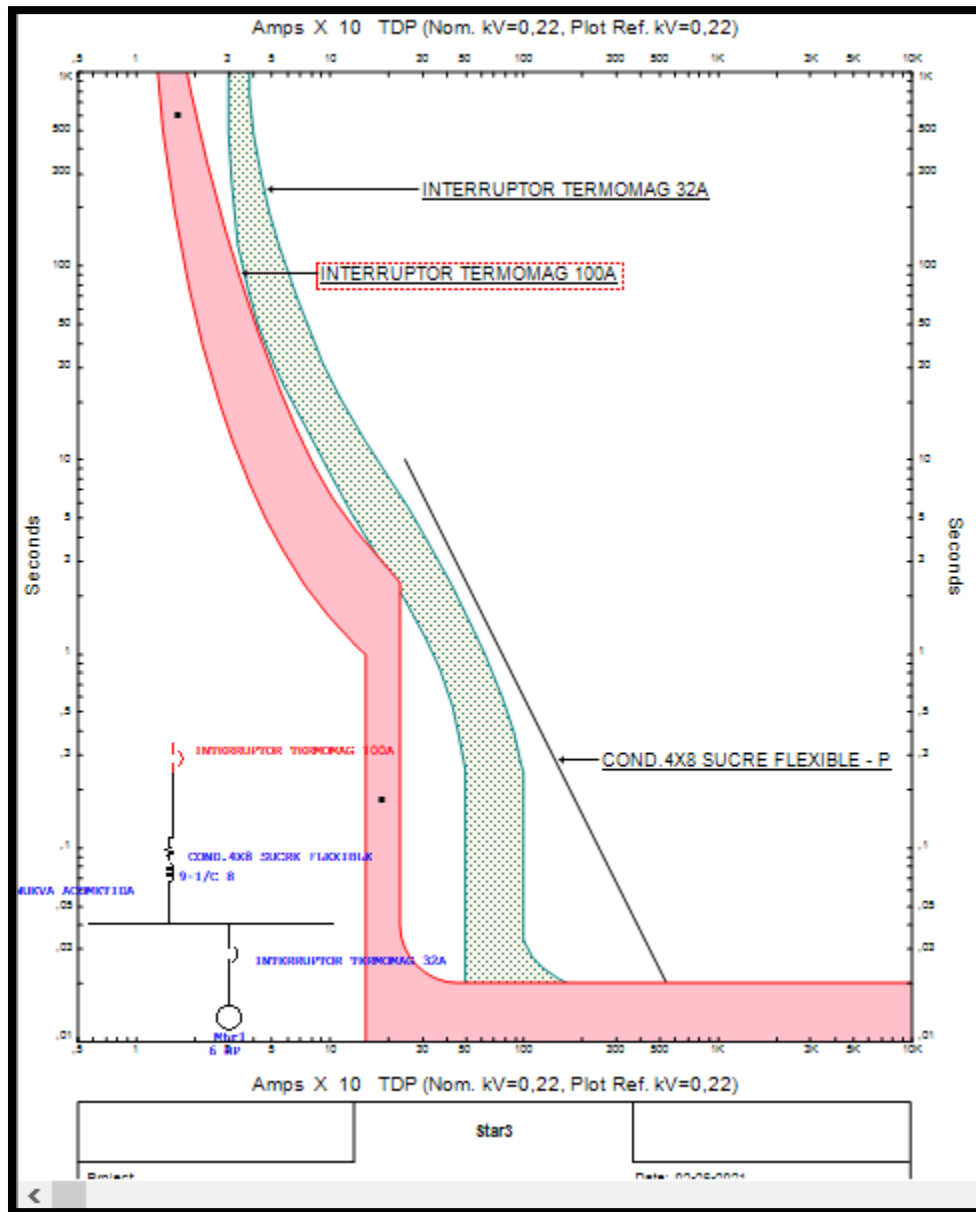


Figura 31. Coordinación de protecciones

Fuente: Cristopher Tapia

En esta figura se puede expresar la coordinación de protecciones con respecto a la carga que en este caso es la máquina de pruebas universales TINIUS se puede observar que la protección del cable con la protección del equipo está coordinados con respecto a la curva

del equipo asimilando que la acometida esta dimensionado de acuerdo a los requerimientos del fabricante y de acuerdo a la aplicación de normas y regulaciones

## 5.16 Diseño de la acometida

### 5.16.1 Implementación de la nueva acometida (TDS14)

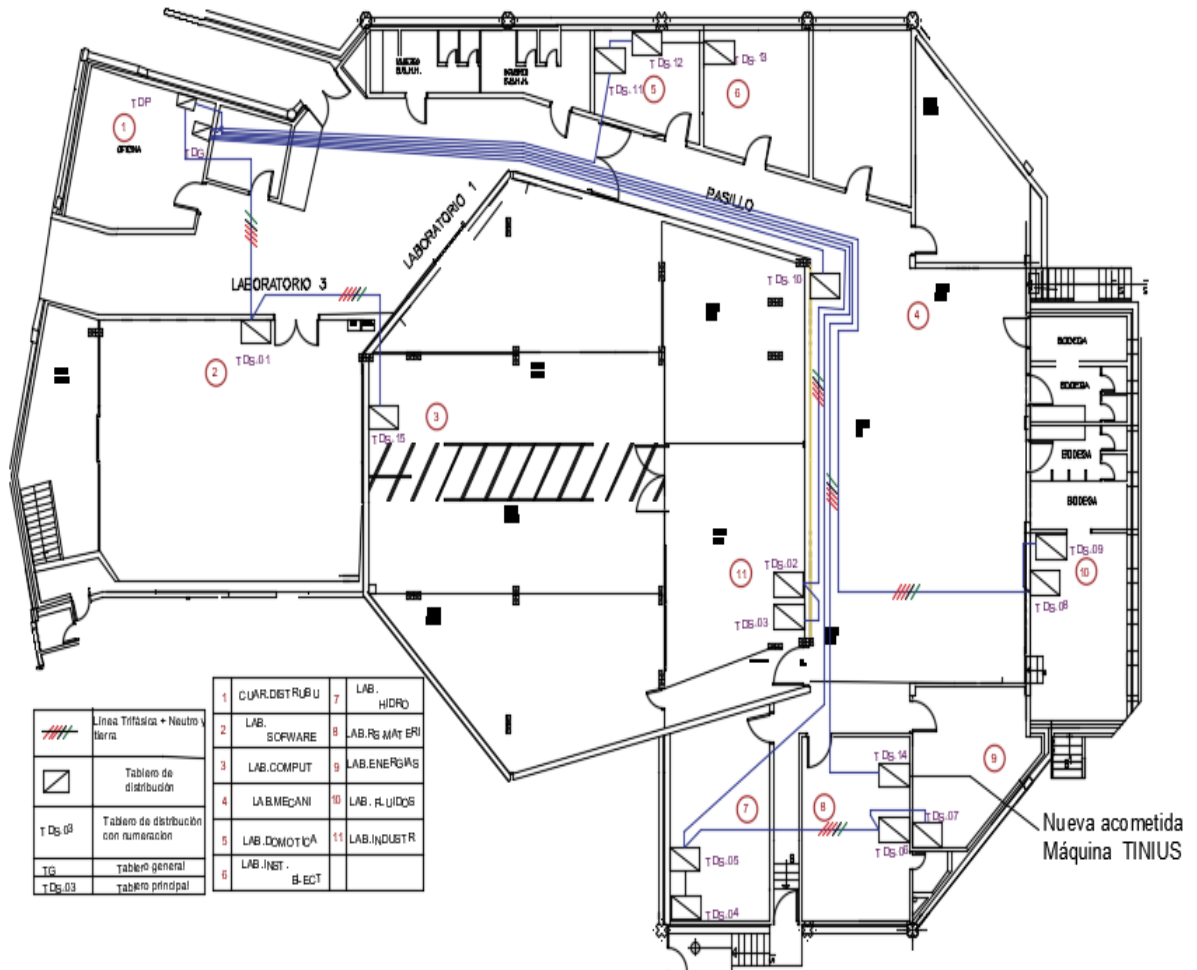
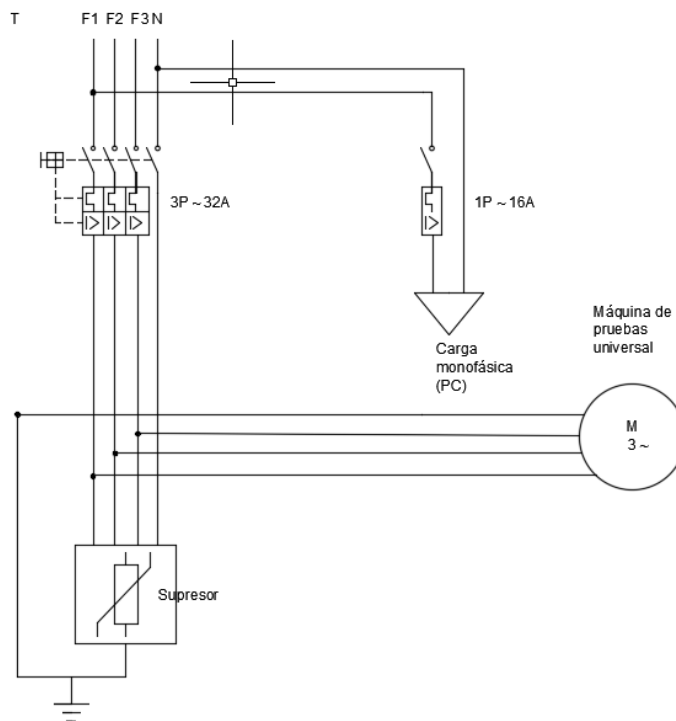


Figura 32. Distribución de la nueva acometida (TDS14)

Fuente: Christopher Tapia

### 5.16.2 Diagrama de alimentación de la máquina de pruebas universal



**Figura 33.** Diagrama de alimentación de la máquina de pruebas universal

**Fuente:** Cristopher Tapia

## 5.17 Resultado de las mediciones de la acometida individual de la máquina de ensayos universal Tinius O Olsen

### 5.17.1 Variación de voltaje

Las mediciones realizadas de la nueva acometida se pueden observar

**Tabla 19.** Variación de voltaje

Mediciones en el Tablero (TDS5)	Mediciones en la nueva acometida (TDS14)	Mejora
El en la fase B el 5.58% de los valores medidos supera el 8% de variación Teniendo un promedio de Fase A: 2,08%; B: 3,31%; C 1,60%	Ninguna medición superó el 8% de variación. Teniendo un promedio de Fase A: 0,7%; B: 0,52%; C 0,66%	Fase A: 1,38% Fase B: 2,79% Fase C: 0,93%

**Fuente:** Cristopher Tapia

### 5.17.2 Desequilibrio de tensión

**Tabla 20.** Desequilibrio de tensión

<b>Mediciones en el Tablero (TDS5)</b>	<b>Mediciones en la nueva acometida (TDS14)</b>	<b>Mejora</b>
El 5,4% de los valores medidos supera el 1,5% Promedio de desequilibrio: 1,25%	Ninguno de los datos medidos supera el 1,5% de desequilibrio de tensión Promedio de desequilibrio: 0,10%	1,15%

**Fuente:** Cristopher Tapia

### 5.18 Medición a tierra

Para la medición a tierra se consideró la utilización de un equipo de medición denominado (GALVANÓMETRO).

**Tabla 21.** Medición a conexión a tierra

<b>UBICACIÓN DE EQUIPO</b>	<b>VARIABLE A MEDIR</b>	<b>DETALLE</b>
Taller de electromecánica en el laboratorio de resistencia de materiales en el tablero (TDS14).	Puesta a tierra en ohmios	El valor de la medición es a $0.68 \Omega$ y permita hasta $10 \Omega$ según las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80 está dentro del régimen establecido, se puede apreciar la medición en el anexo (25)

**Fuente:** Cristopher tapia

## 5.19 Protocolo de pruebas con la nueva acometida

**Tabla 22.** Protocolo de medición

DETALLE	MEDICIÓN ACTUAL	MEDICIÓN CON CARGA	ANEXOS
Encendido de las máquinas en taller de mecanizado	FASE (A): 124.1V FASE(B): 124.1V FASE(C): 124.2V	FASE (A): 123.88V FASE(B):124V FASE(C) :123.78V	Anexo 26

**Fuente:** Cristopher Tapia

### 5.19.1 Mediciones de anteriores

**Tabla 23.** Mediciones anteriores demanda máxima

DETALLE	MEDICIÓN CON CARGA ANTERIOR
Encendido de las máquinas en taller de mecanizado en día de elaboración normal.	FASE (A): 120.05V FASE(B): 114.5V FASE(C): 121.2V

**Fuente:** Cristopher Tapia

### 5.19.2 Medición de corriente

**Tabla 24.** Medición de prueba

DETALLE	MEDICIÓN CON CARGA	ANEXOS
Funcionamiento con carga de la maquina TINIUS	FASE (A): 5.3A FASE(B):5.3A FASE(C): 5.3A	Anexo 42

**Fuente:** Cristopher Tapia

### 5.19.3 Recalculo de caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left( \frac{0,0172 \frac{\Omega mm^2}{m} \times 5.3A \times 95m}{8.37 mm^2} \right)$$

$$\Delta U = 1,85 \text{ V}$$

## 6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

### 6.1 Presupuesto

Este consiste en implementar los gastos que intervinieron en la ejecución del proyecto, en las tablas que se presentan a continuación se fijan los precios de los materiales a utilizar en el proyecto.

#### 6.1.1 Material Eléctrico

Los materiales eléctricos son

**Tabla 25.** Materiales eléctricos

DETALLE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Cable	4x8 AWG-90°-THHN	100 metros	\$ 3.50	\$ 350
Interruptor termomagnético	Tripolar de 32 amperios schneider	1	\$ 15	\$ 15
Interruptor termomagnético	Monofásico 16 amperios Schneider	1	\$ 9	\$ 9
Gabinete eléctrico	30alto x40 de ancho x 20 de fondo	1	\$ 33.15	\$ 33.15
Riel din	1metro de riel din	1	\$ 3.50	\$ 3.50
Tubo conduit	$\frac{3}{4}$ -6 metros	3	\$2.00	\$ 6.00
Supresor de voltaje	Tripolar de 65kv-275v	1	\$ 140	\$ 140
cable	Sólido verde, azul, rojo	6	\$ 0.40	\$2.40
Tomacorriente	Blanco shanaider	1	\$6.00	\$6.00
Cajetín	Sobrepuesto industrial	1	\$3.50	\$ 3.50
Abrazaderas metálicas	$\frac{3}{4}$	15	\$0.20	\$ 2.50

Tacos Fisher	F10 con tirafondo	30	\$0.20	\$6.00
Cable	Número 8 flexible verde	100	\$0.70	\$70.00
Luz piloto	luz piloto color verde	2	\$3.00	\$6.00
Amarras plásticas	De 30 cm dolor negras	100	\$15	\$15
	<b>TOTAL</b>		\$968.05	

**Fuente:** Cristopher Tapia.

Los gastos varios realizados durante el proceso del desarrollo del dispositivo identificador de color.

**Tabla 26.** Gastos varios

<b>DETALLE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Material Bibliográfico.	Consultas, etc.	\$60
	<b>TOTAL</b>	\$60

**Fuente:** Cristopher Tapia.

### 6.1.2 Gastos directos totales

**Tabla 27.** Gastos directos totales.

<b>GASTOS DIRECTOS</b>	<b>COSTOS</b>
Materiales eléctricos	\$968.05
<b>TOTAL</b>	\$968.05

**Fuente:** Cristopher Tapia

### 6.1.3 Gastos indirectos totales

**Tabla 28.** Gastos indirectos totales.

<b>GASTOS INDIRECTOS TOTALES</b>	<b>COSTOS</b>
Material Bibliográfico.	\$60

<b>TOTAL</b>	\$ 60
--------------	-------

**Fuente:** Cristopher Tapia

#### 6.1.4 Gastos totales del proyecto

**Tabla 29.** Gastos totales.

Gastos indirectos totales	\$968.05
Gastos directos totales	\$ 60.00
<b>Total</b>	<b>\$ 1028.05</b>

**Fuente:** Cristopher Tapia

## 6.2 ANÁLISIS DE IMPACTOS

En el análisis de impactos se pueden responder las siguientes preguntas:

Impacto práctico:

El presente proyecto se implementó con el fin de cautelar la seguridad de las personas y de la máquina de pruebas universal (TINIUS OLSEN) tomando en cuenta que su funcionalidad sea sin interrupciones o anomalías que pueda existir, que por tal motivo se dimensionó las debidas protecciones para que su reacción sea inmediata y pueda actuar sobre ella ya que esta máquina es costosa.

El proyecto es necesario y de vital importancia ya que cautela la protección y la vida útil de la máquina con el fin que los estudiantes de la universidad puedan utilizarla sin temor a alguna falla técnica.

### 6.3 Impacto tecnológico:

Este proyecto está dimensionado de acuerdo a la necesidad de equipo según lo que recomienda el fabricante y lo que recomienda en la aplicación de normas englobando de parte y parte para cumplir con este propósito, se tomó en cuenta la proporción de conocimientos técnicos tanto de protecciones eléctricas y alto voltaje asumiendo que estas materias ayudan para los dimensionamientos de protecciones, conductor, y uso de los equipos de medición de variables eléctricas y su forma correcta de conexión, dejando como resultado su óptima funcionalidad, con sus debidas protecciones y confiabilidad a quien los manipule.

## 7 CONCLUSIONES

- En base de la revisión bibliográfica y de la recopilación de información de temas referentes se determinó los parámetros eléctricos adecuados que cumplió este objetivo, también en base al manual del fabricante de la máquina, Normas como la IEEE 1159, NEC NFPA70 y regulación nacional ARCONEL005/18.
- Al realizar la determinada ubicación para las mediciones con el analizador de energía se obtuvo que la línea A reportó 9 eventos que representa el 0,81% de variación de voltaje, línea B con 62 eventos que representa el 5,58% y línea C con 44 eventos que representan el 3,96%. Esto quiere decir que existe también un desbalance de voltaje ya que solo la línea B presenta una variación del 5,58% en los días medidos, existe un también un desequilibrio de tensión que superar el 1,5% y que alcanza el 2,59% que esta fuera de lo que norma la IEEE 1159, que de acuerdo a la norma NFPA70 las tarjetas electrónicas son muy sensibles a las variaciones de tensión por el cual si hubo eventos que supero en milisegundos las distorsiones eléctricas el cual afecto con gravedad a la tarjeta de la máquina de ensayos TINIUS.
- Debido al levantamiento de datos se diseñó, dimensiono y selecciono los elementos de la nueva acometida denominada TDS14 teniendo como resultado: cable 4x8 AWG para alimentación de la máquina, cable 8 AWG para conexión a tierra, breaker IC60N Schneider tripolar de 32 A para protección de la máquina, breaker IC60N Schneider de un polo de 16 A para alimentación del PC, supresor de voltaje Camsco tipo B de 275V tres polos, gabinete eléctrico de Schneider doble fondo 30x40x20 y extras, se realizo una medición a tierra y su resultado es 0,68  $\Omega$  y la permitida es hasta de 10  $\Omega$  según la norma ANSI/IEEE 80 considerando que es una buena tierra para la protección de las personas y el equipo.
- Con respetiva acometida instalada se realizó las mediciones con la debida prueba de funcionalidad del equipo se conectó el analizador de energía comprobando los datos anteriores con los nuevos tiendo una mejora de variación de tensión en cada fase: Fase A: 1,38% Fase B: 2,79% Fase C: 0,93% y en el desequilibrio de tensión con una mejora de 1.15% y se realizó una medición aplicando carga el cuál su corriente

por fase es 5.3 A y realizando un recalcu de caída de tensión y de resultado se obtuvo 1.85 V asimilado que el equipo está trabajando bajo condiciones del fabricante y con la acometida adecuada.

## **8 RECOMENDACIONES**

- Al realizar el levantamiento de layout de distribución eléctrica del taller es importante realizar una redistribución de energía de los centros de carga por el motivo que cada centro de carga debería tener una protección individual a la salida del tablero de distribución principal.
- Los datos que el analizador de energía Fluke 435 midió se tuvo un bajo factor de potencia que es de 0.83% y la regulación del ARCONEL manifiesta que la permitida es hasta 0.92% dando a conocer que sería factible y recomendable que se pueda corregir ya que sería penalizado la universidad por dicho acontecimiento por parte de la empresa eléctrica.
- La implementación de la nueva acometida para la máquina de ensayo TINIUS OLSEN esta dimensionada solo para el uso de la misma el cual se recomienda la no utilización de la acometida ya que afectaría probablemente al funcionamiento del equipo.

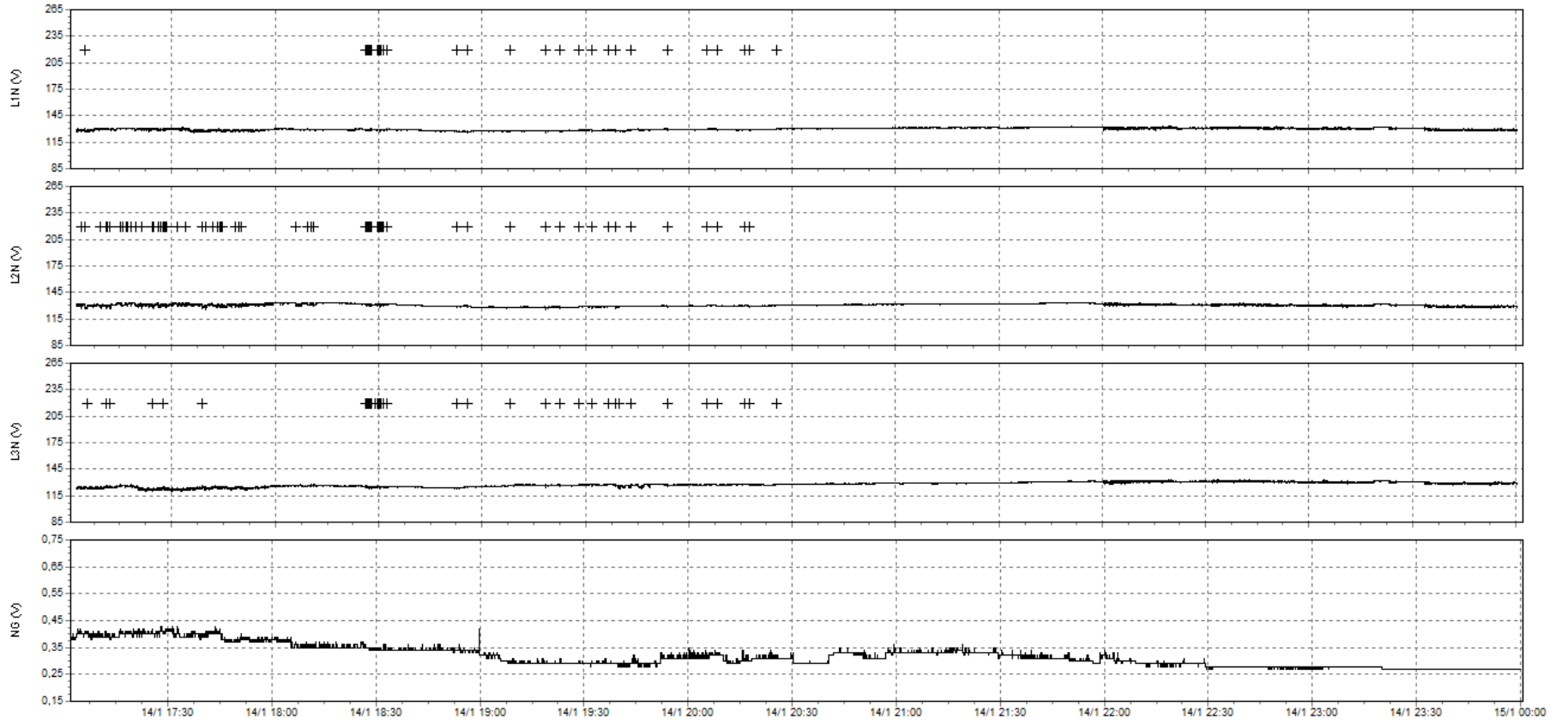
## 9 REFERENCIAS

- [1] M. Holguín y D. Gómez Coello, “Análisis de calidad de energía eléctrica en el nuevo campus de la Universida Politécnica Salesiana”, 2010.
- [2] Rumbos Tecnológicos, “Análisis De Perturbaciones En Redes Eléctricas, Causas Y Consecuencias En Sistemas De Control Industrial”, pp. 161–172, 2019, [En línea]. Disponible en: <http://rumbostecnologicos.utnfrainvestigacionyposgrado.com/areas-tematicas/ingenieria-electrica/analisis-de-perturbaciones-en-redes-electricas-causas-y-consecuencias-en-sistemas-de-control-industrial/>.
- [3] D. Armonica, S. Ponente, y I. Eugenio Téllez Ramírez, “PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA”. Consultado: feb. 21, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://agngroup.net/papers/Distorsion Armonica.pdf>.
- [4] Fluke, “, «Analizadores y solucionadores de problemas de calidad eléctrica,» ”. <https://www.fluke.com/es-ec/productos> (consultado feb. 21, 2021).
- [5] B. Calzada, “Acometidas Electricas E Instalacion De Medidores De Baja Tension”, 2013.
- [6] G. Navarro, “▷ Las Fallas Eléctricas Domiciliarias Más Comunes y Peligrosas”, 2019. <https://gruponavarro.pe/electricidad-domiciliaria/fallas-electricas/> (consultado feb. 21, 2021).
- [7] “Protección de las Instalaciones de Baja Tensión”.
- [8] R. M. Vásquez Villarruel and M. F. Yépez Guevara, ““Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección,”” Ibarra, 2014. Consultado: feb. 21, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4116>.
- [9] A. Jorge, I. Pérez, J. Israel, y P. Holten, “Accionamiento de Disrupción electromagnética para célula de distribución inteligente Electromagnetic Disruptor Switch for Smart Cell distribution”, 2018.
- [10] L. Armando Rivadeneira Vergara Víctor Arturo Torres Ponguillo, “Análisis de fallas

y control de protecciones como prevención de riesgos eléctricos”, 2010. Consultado: feb. 21, 2021. [En línea]. Disponible en: [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10788/1/Tesis Final.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10788/1/Tesis%20Final.pdf).

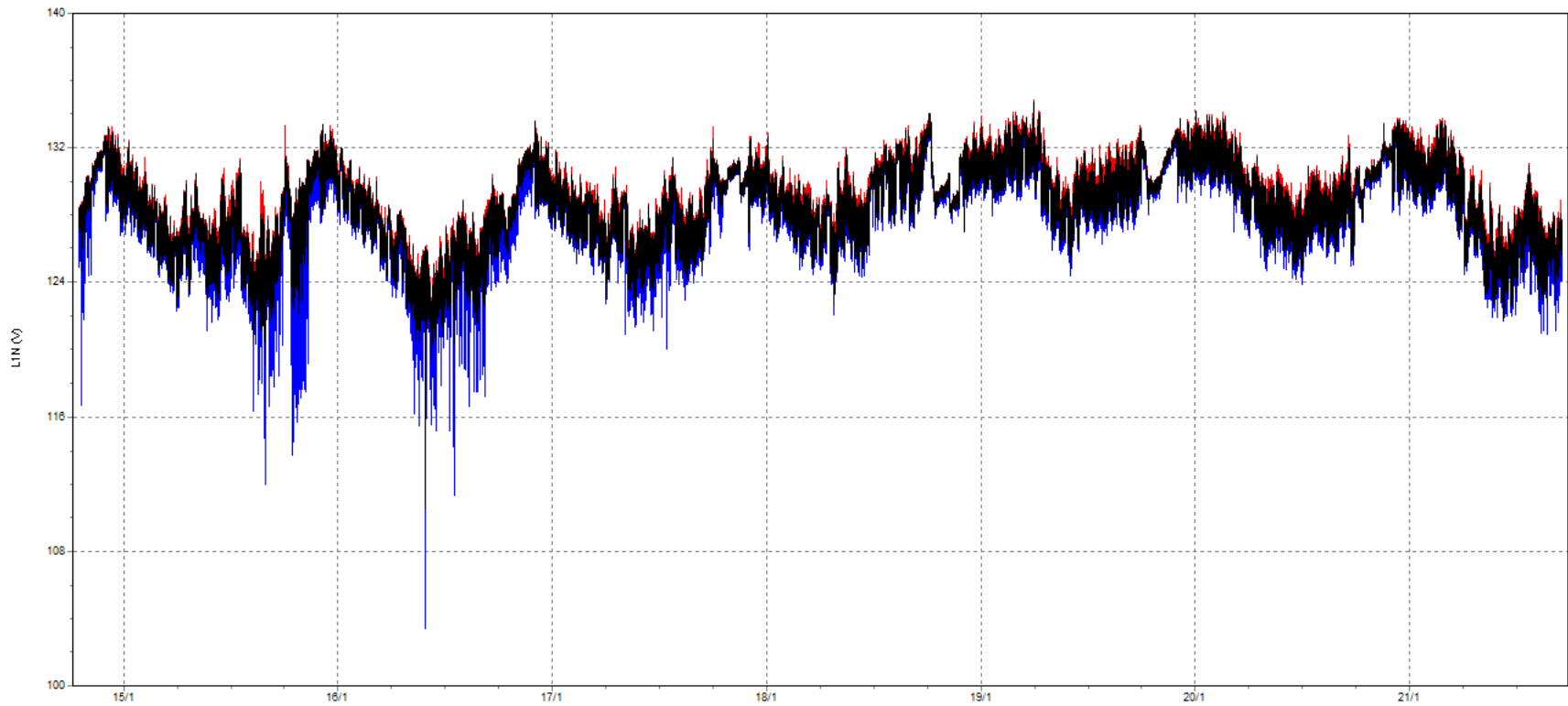
- [11] A. L. López, L. M. L. Toro, y F. J. L. Toro, “Instalaciones eléctricas de Baja Tensión: Teorías y prácticas para la realización de proyectos y obras”, Editorial Diaz de Santos, S.A., 2006.
- [12] V. Lladonosa y V. L. Giró, “Circuitos básicos de controles de nivel”, Marcombo, 1996.
- [13] E. Carrasco, *Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios y viviendas*. Editorial Tébar, S. L., 2008.
- [14] V. L. Giró, *Instalaciones Eléctricas de Interior*. Marcombo, 2005.
- [15] M. C. Rivero, *Conductores eléctricos (IEI)*. Editorial Editex, 2019.
- [16] J. P. S. Blanco, *Técnico electricista 17 - Reglamentación de instalaciones eléctricas: Curso visual y práctico*. RedUsers, 2016.
- [17] F. H. Robledo y E. Ediciones, *Riesgos eléctricos y mecánicos*. Ecoe Ediciones, 2014.
- [18] G. E. Harper, *Fundamentos de instalaciones electricas de mediana y alta tension / Fundamentals of Electrical Installations of Medium and High Tension*. Limusa, 2006.
- [19] B. M. Weedy, *Sistemas eléctricos gran potencia*. Editorial Reverte, 1978.
- [20] T. Wildi y R. N. Salas, *Maquinas Electricas Y Sistemasde Potencia*. Pearson Educación, 2006.
- [21] A. H. Donate, *Principios de Electricidad y Electrónica III*. Marcombo, 2005.
- [22] J. C. Aladro, *Análisis de sistemas de energia eléctrica*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo, 2002.
- [23] G. E. Harper, *Manual de instalaciones electromecánicas y edificios: hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, gas, eléctricas y alumbrados*. Limusa, 2003.

- [24] M. A. Sobrevila y A. L. Farina, *Instalaciones eléctricas*. TECNIBOOK EDICIONES.
- [25] D. G. Fink, D. Fink, H. W. Beaty, y J. M. Carroll, *Manual Practico de Electricidad Para Ingenieros: Tomo 1*. Editorial Reverte, 1981.
- [26] R. S. Zavala, *Introducción a las instalaciones electrónicas*. Uabc, 2001.
- [27] “COPEL CONDUIT PARED DELGADA 2”.  
[https://www.muchomaterial.com/articulo/25337/COPEL CONDUIT PARED DELGADA 2](https://www.muchomaterial.com/articulo/25337/COPEL_CONDUIT_PARED_DELGADA_2) (consultado feb. 21, 2021).
- [28] R. G. Márquez, *LA PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EL R.A.T.* Marcombo, 1990.
- [29] CONELEC, “Regulación No. CONELEC - 004/01”.  
<https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/Regulacion-No.-CONELEC-004-01.pdf>  
(consultado feb. 21, 2021).
- [30] P. Bastian, *Electrotecnia*. Akal, 2001.
- [31] R. M. M. Rosas, *Cálculo de líneas y redes eléctricas*. UPC, S.L., Edicions, 2010.



**Anexo 2** Voltajes de las líneas 1, 2, 3 y neutro (Primer día)

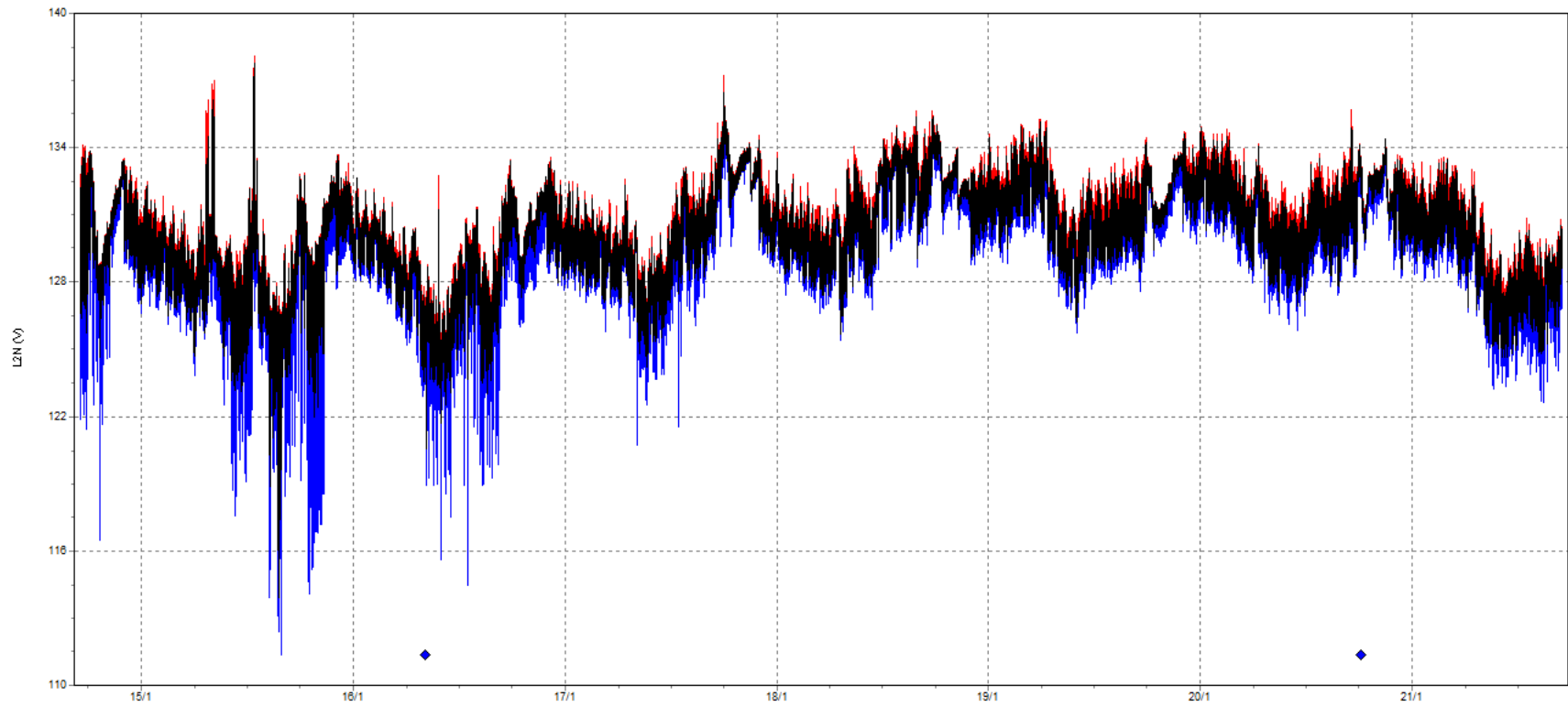
**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo 3** Voltaje RMS en la línea 1

**Descripción:** Valores máximos (rojo), valores medios(negro) valores mínimos (azul)

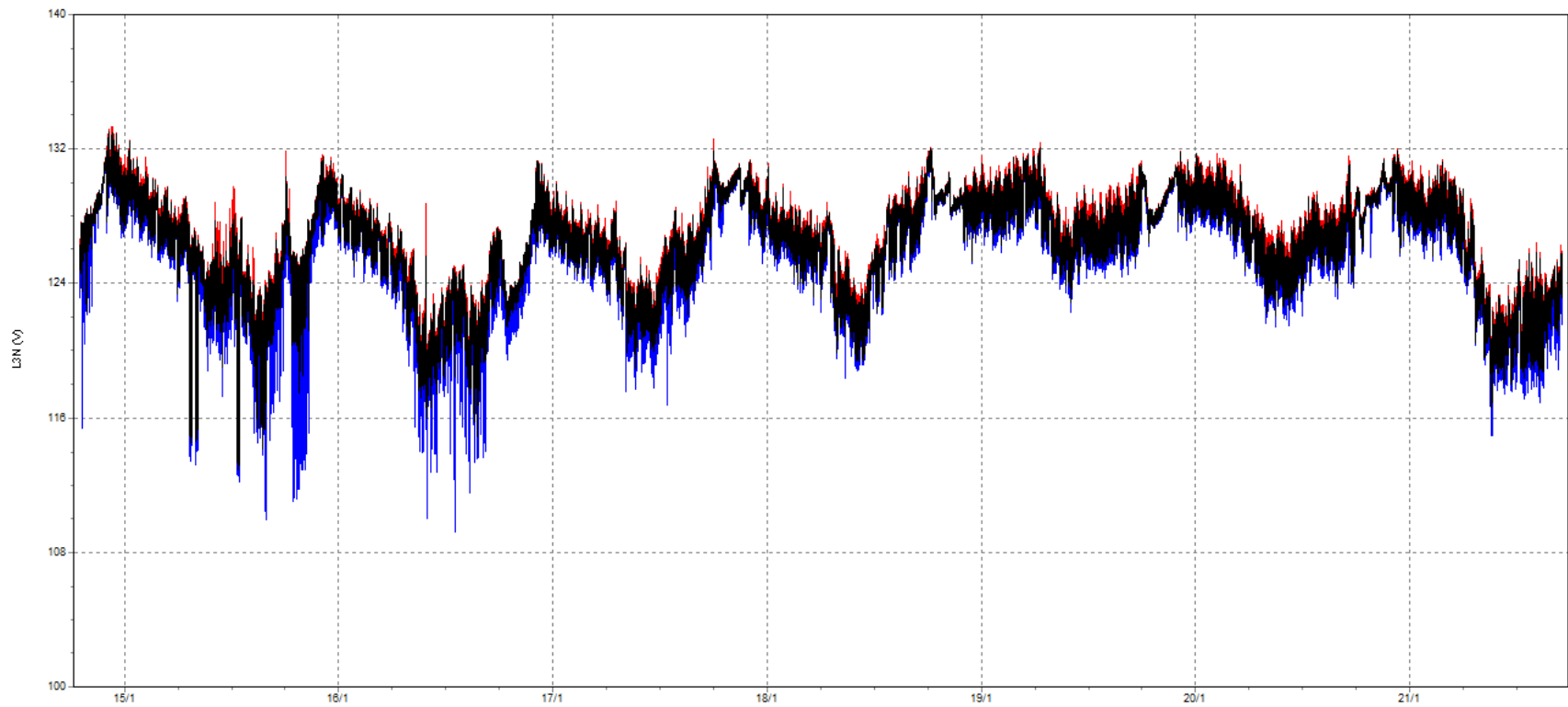
**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo 4** Voltaje RMS en la línea 2

**Descripción:** Valores máximos (rojo), valores medios(negro) valores mínimos (azul)

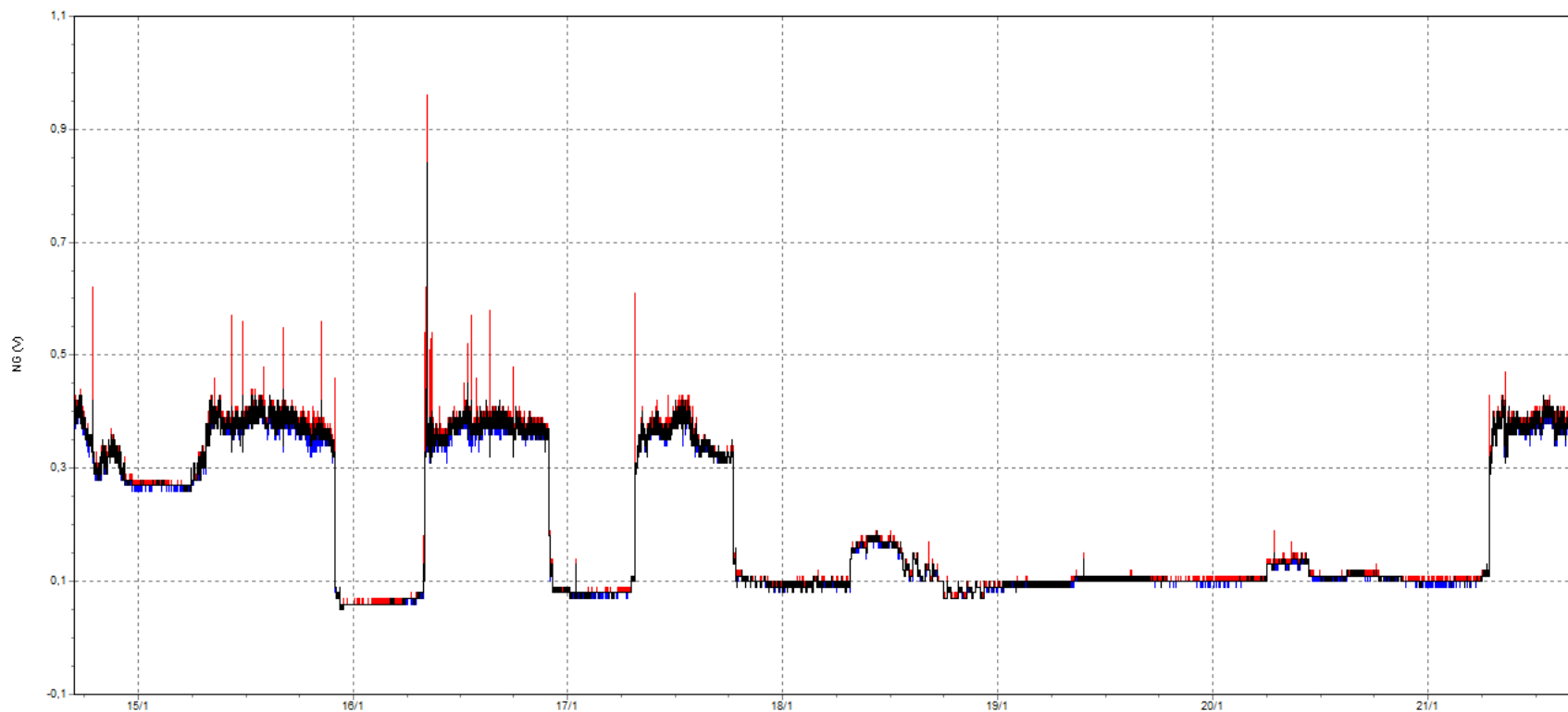
**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo 5** Voltaje RMS en la línea 3

**Descripción:** Valores máximos (rojo), valores medios(negro) valores mínimos (azul)

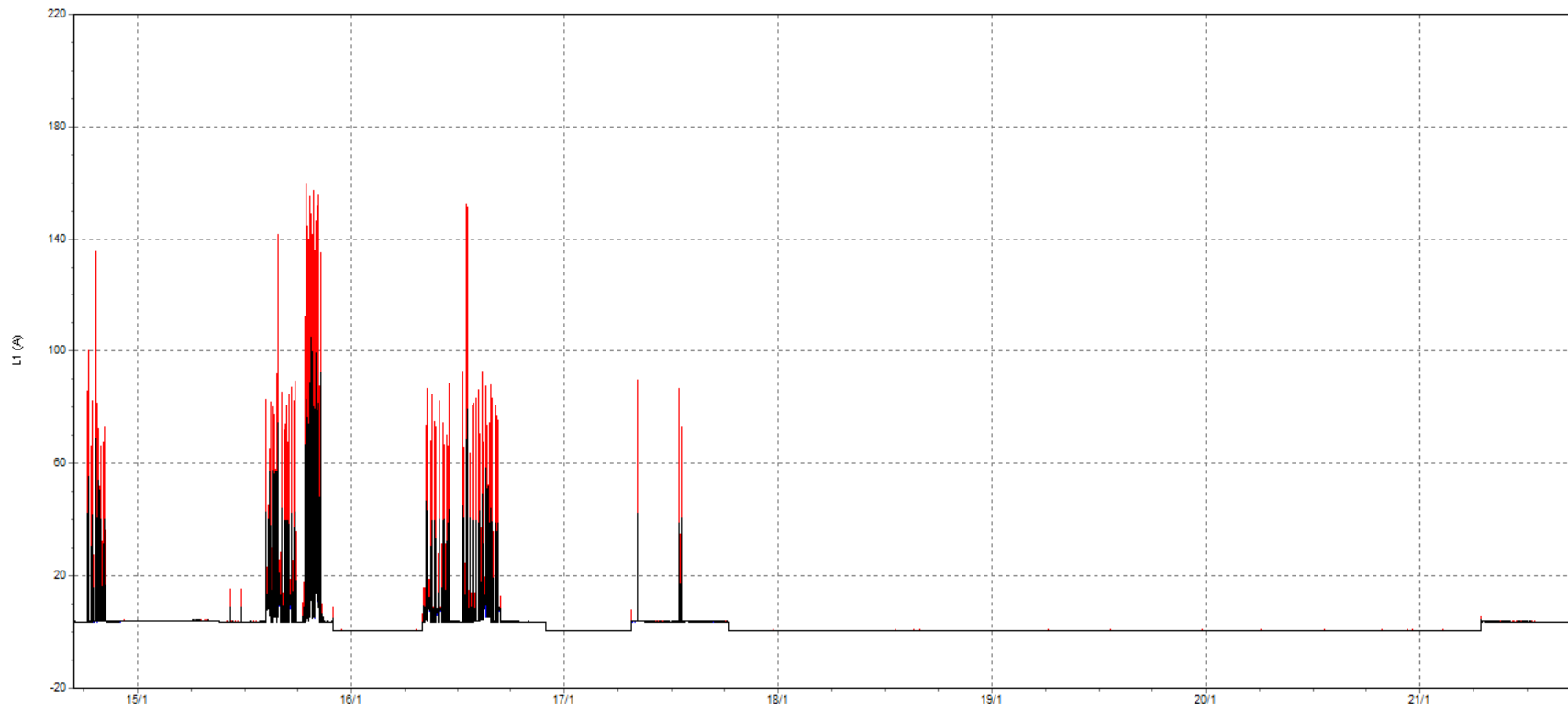
**Fuente:** Cristopher Tapia



### Anexo 6 Voltaje RMS en el neutro

**Descripción:** Valores máximos (rojo), valores medios(negro) valores mínimos (azul)

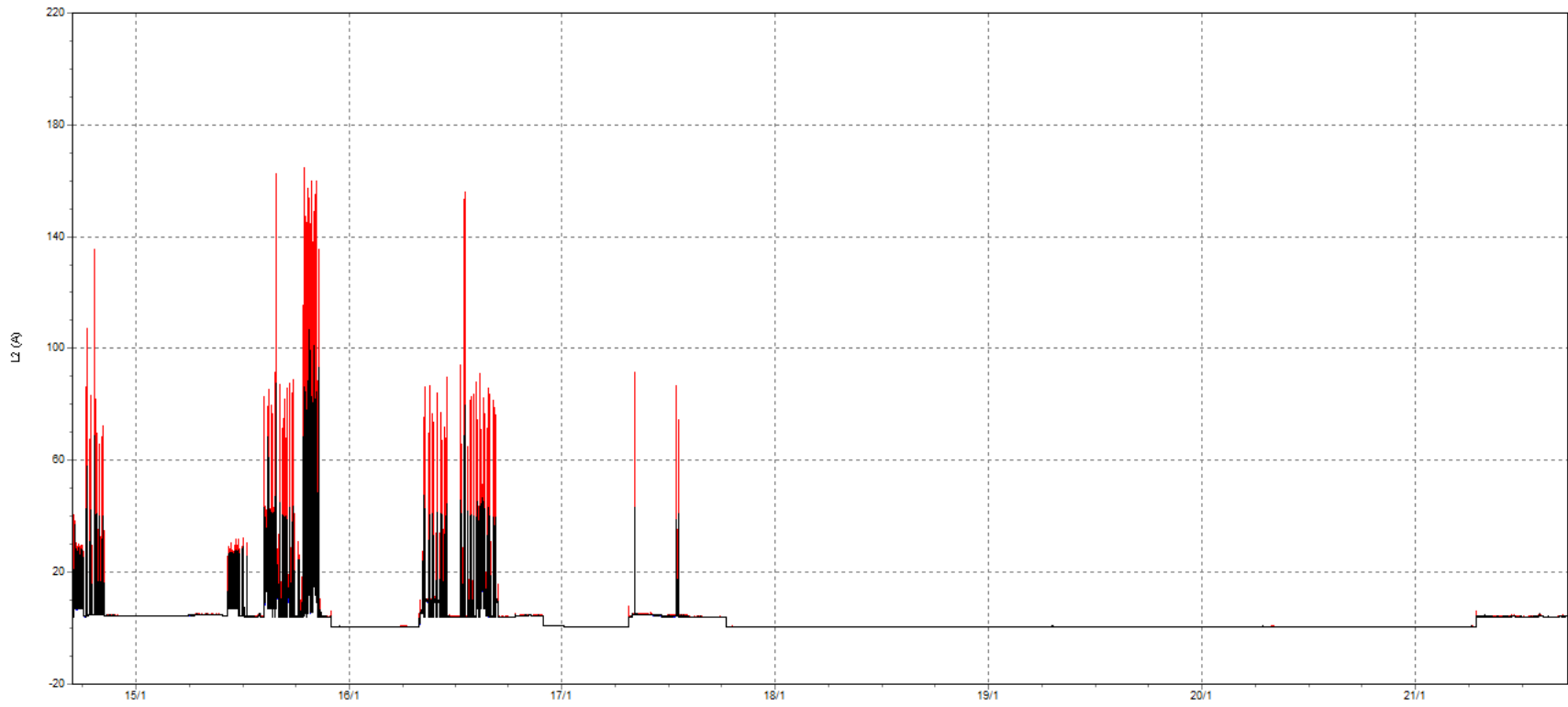
**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo 7** Corriente RMS en la línea 1

**Descripción:** Valores máximos (rojo), valores medios(negro) valores mínimos (azul)

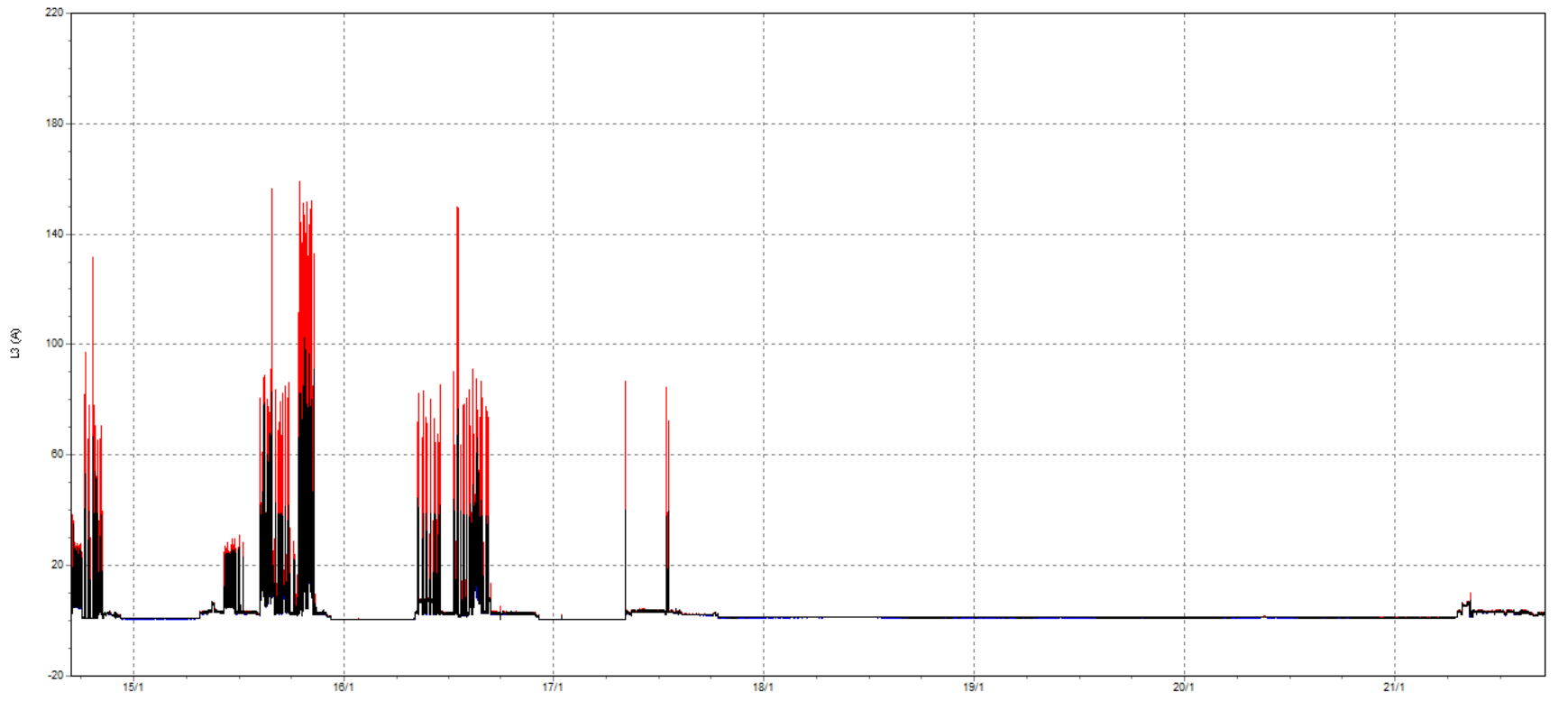
**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo 8** Corriente RMS en la línea 2

**Descripción:** Valores máximos (rojo), valores medios(negro) valores mínimos (azul)

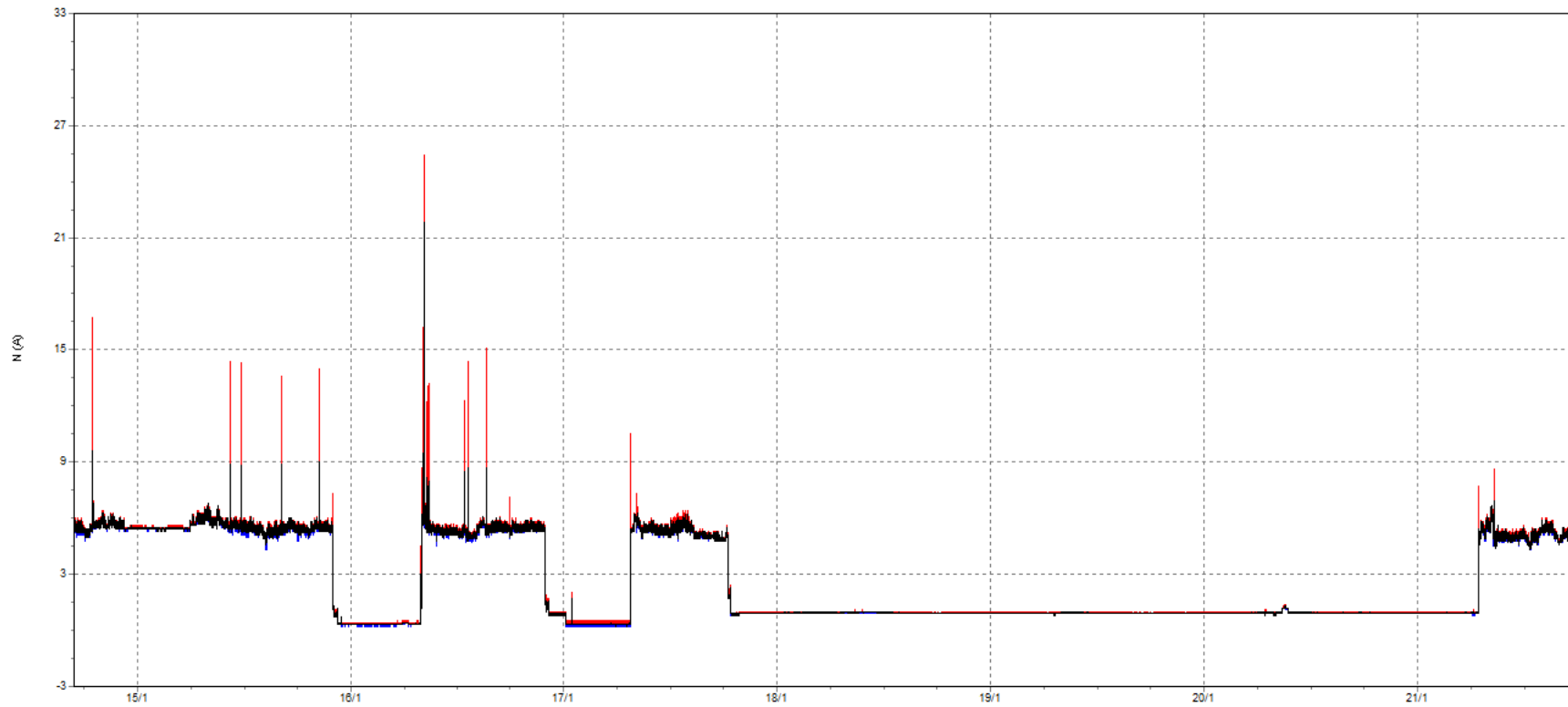
**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo 9** Corriente RMS en la línea 3

**Descripción:** Valores máximos (rojo), valores medios(negro) valores mínimos (azul)

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo 10** Corriente RMS en el neutro

**Descripción:** Valores máximos (rojo), valores medios(negro) valores mínimos (azul)

**Fuente:** Cristopher Tapia



### **Anexo: 15**

**Descripción:** Tablero general de distribución eléctrica de 300kvar

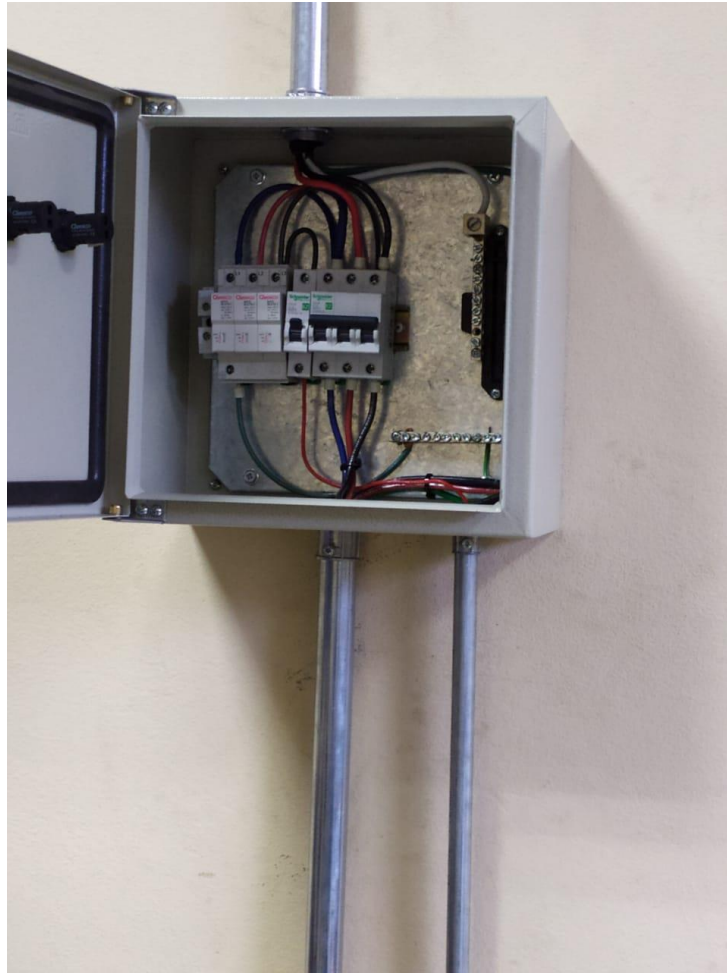
**Fuente:** Cristopher Tapia`



### **Anexo: 16**

**Descripción:** Cuarto de distribución de transformador de 300kva – Cableado por la canalización de distribución del tablero eléctrico

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 17**

**Descripción:** Gabinete de alimentación de la maquina (Tinius o Olsen)

**Fuente:** Cristopher Tapia



### **Anexo: 18**

**Descripción:** Canalización de distribución eléctrica los talleres y laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 19**

**Descripción:** Toma de alimentación trifásica maquina (Tinius o Olsen).

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 20**

**Descripción:** Datos informativos de la máquina (Tinius o Olsen)

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 21**

**Descripción:** Placa de datos de motor reductor de la máquina (Tinius o Olsen)

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 22**

**Descripción:** Maquina de pruebas universales (Tinius o Olsen)

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 24**

**Descripción:** Equipo de medición a tierra (GALVANÓMETRO DIGITAL)

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 25**

**Descripción:** Dato de medición de La conexión a tierra

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 26**

**Descripción:** Colocación de estacas para medir la resistencia del suelo

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 27**

**Descripción:** Medición de tensión con el analizador 435 fluke en la nueva acometida

**Fuente:** Cristopher Tapia



**Anexo: 28**

**Descripción:** Realizando protocolo de pruebas en el taller para toma de datos

**Fuente:** Cristopher Tapia

**Tabla 30.** Conductores de cables aislados

AWG				Kcmil			
Calibre del conductor	Área de Sección Transversal Nominal mm <sup>2</sup>	Calibre Del conductor	Área de Sección transversal Nominal mm <sup>2</sup>	Calibre del conductor	Área de sección transversal nominal mm <sup>2</sup>	Calibre del conductor	Área de sección transversal nominal mm <sup>2</sup>
-	-	-	-	250	127	750	380
-	-	-	-	300	152	800	405
20	0.519	4	21.2	350	177	900	456
18	0.823	3	26.7	400	203	1000	507
16	1.31	2	33.6	450	228	1200	608
14	2.08	1	42.4	500	253	1250	633
12	3.31	1/0	53.5	550	279	1500	760
10	5.26	2/0	67.4	600	304	1750	887
<b>8</b>	<b>8.37</b>	3/0	85.0	650	329	2000	1010
6	13.3	4/0	107	700	355	-	-


**Anexo: 29**

**Fuente:**[30]

**Tabla 31.**

Cable de alimentación de la máquina

Cable de alimentación de la maquina	
Cable	4x8 AWG
Amperaje soportado	55 A.
Nivel de temperatura	90 °
Tipo de aislante	THHN
Sección	8,367 mm <sup>2</sup>
Longitud	Secc8.37m
Rigidez	Superfelx
Color	Concretico (Negro), Fases (Rojo, negro, azul) Neutro (Blanco).


**Anexo: 30****Fuente:** Cristopher Tapia**Tabla 1-2: Límites de voltajes nominales: 120 V, 120/240 V y 208/120 V [1].**

	Voltaje Nominal del Sistema	Escala A			Escala B		
		Máximo	Minimo	Máximo	Minimo	Máximo	Minimo
		Voltaje de Utilización y Servicio	Voltaje de Servicio	Voltaje de Utilización	Voltaje de Utilización y Servicio	Voltaje de Servicio	Voltaje de Utilización
<b>Dos conductores, una Fase</b>							
	120	126	114	110	127	110	106
Límite	$\Delta V_k$	5.0%	-5.0%	-8.3%	6.0%	-8.3%	-11.5%
<b>Tres conductores, una Fase</b>							
	120/240	126/252	114/228	110/220	127/254	110/220	106/212
Límite	$\Delta V_k$	5.0%	-5.0%	-8.3%	6.0%	-8.3%	-11.5%
<b>Cuatro conductores, tres Fase</b>							
	208/120	218/126	197/114	191/110	220/127	191/110	184/106
Límite	$\Delta V_k$	5.0%	-5.0%	-8.3%	6.0%	-8.3%	-11.5%


**Tabla 32.**

Límites de caídas de tensión reglamentarios

**Anexo: 31**

Fuente:[31]


**Tabla 33.** Datos de del cable para conexión a tierra


Cable para conexión a tierra		
Cable	8 AWG	
Amperaje soportado	55 A.	
Nivel de temperatura	90 °C	
Tipo de aislante	THHN	
Sección	8,367 mm <sup>2</sup>	
Longitud	95 m	
Rigidez	Superfelx	
Color	Verde	

ANEXO: 32

Fuente: Cristopher Tapia

**Tabla 34.** Tabla de detalles del interruptor termo magnético

Interruptor termomagnético de la maquina		
IC60N	Schneider	
Polos	3	
Corriente nominal (In)	32 A	
Tipo de red	CA/DC	
Frecuencia	50/60 Hz	
Imite de enlace magnético	8 x In ± 20%	
Tensión asignada de aislamiento	600 V	


Tipo de curva	C	
<b>Interruptor termomagnético para protección del CPU</b>		
Breaker IC60N	Schneider	
Polos	1	
Corriente nominal (In)	16 A	
Tipo de red	CA/DC	
Frecuencia	50/60 Hz	
Imite de enlace magnético	8 x In ± 20%	
Tensión asignada de aislamiento	600 V	

**Anexo:33**

**Fuente:** Cristopher Tapia

**Tabla 35.** Selección de supresor


TIPO	CAPACIDAD	INSTALADOS EN	MODELO
<b>A</b>	20 KA	Instalado en los mismos tomacorrientes	
<b>B</b>	60 KA 80KA 120KA	Acometidas industriales y residenciales	

C	320KA 200 KA	Cargas de alta capacidad como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Subestaciones</li> <li>• Fuentes de alta conexión</li> <li>• Motores de alta capacidad</li> </ul>	
---	-----------------	---	---

**Anexo: 34**

**Fuente:** Cristopher tapia


**Tabla 36.** Supresor de voltaje

Supresor	Camsco	
<b>Tipo</b>	<b>B</b>	
Polos	3	
Voltaje	275 V	
Imax	65 Ka	
Frecuencia	50/60 Hz	
Up	1.8 kV	
In	20 kA	

**Anexo: 35**

**Fuente:** Cristopher Tapia

**Tabla 37.** Gabinete eléctrico


Gabinete	Schneider	
Tipo	Sobrepuesto	
Fondo	Doble	
Dimensiones	30 x 40 x 20	

Luz piloto	Schneider	
Color	Verde	
Unidades	3	
Voltaje	220 V	

**Anexo: 36**

**Fuente:** Cristopher Tapia

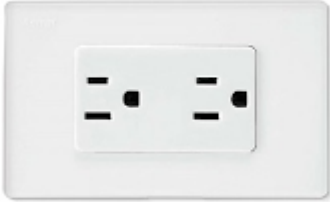
**Tabla 38.** Canalización

Tipo	Tubo Conduit	
Diámetro	3/4	
Color	Gris	
Longitud	6 m	

**Anexo: 37**

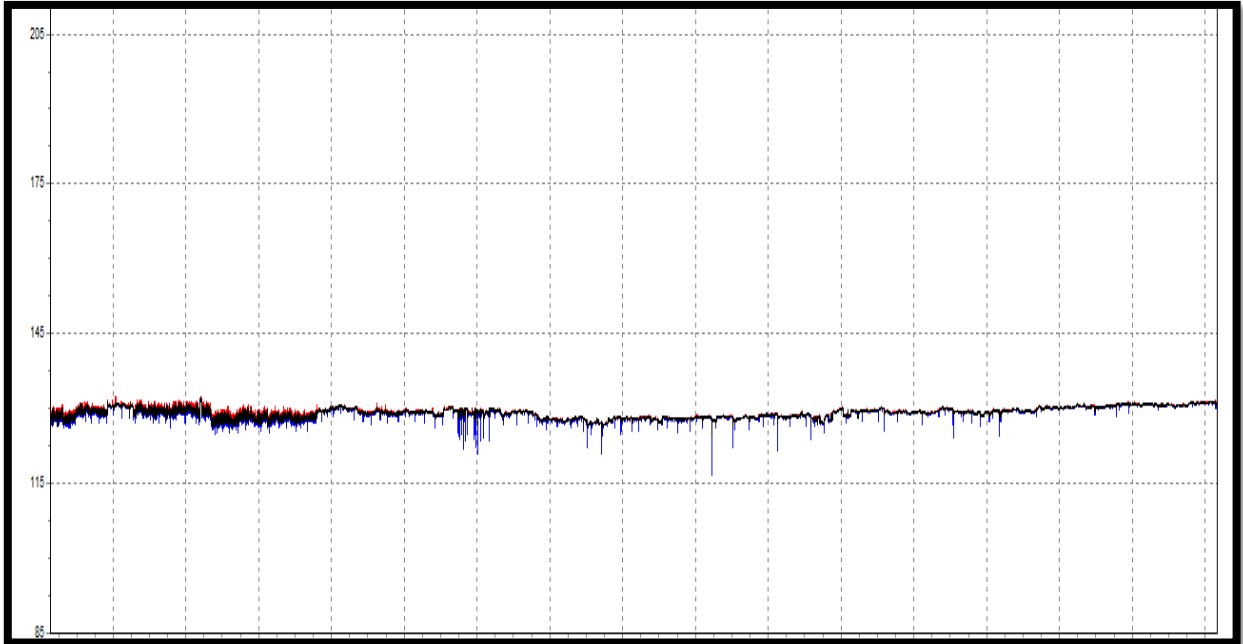
**Fuente:** Cristopher Tapia

**Tabla 39.** Tomacorriente para alimentación de la PC

Tomacorriente	Schneider	
Voltaje	120 V	
Amperaje	15 A	
Cajetín Sobrepuesto	Si	
Color	Blanco	

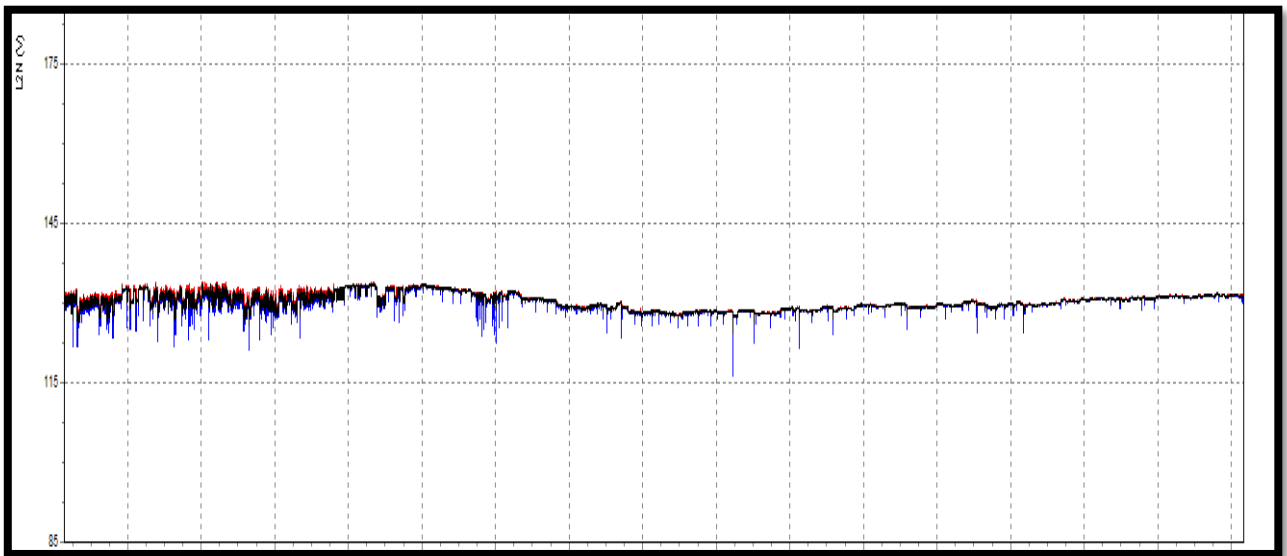
**Anexo: 38**

**Fuente:** Cristopher Tapia



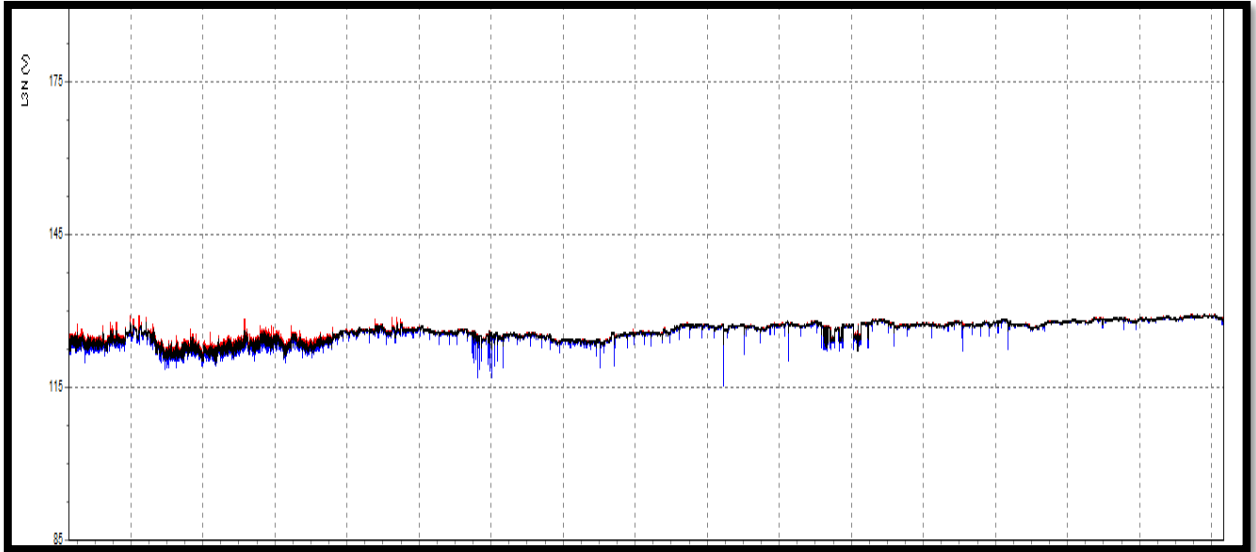
**Anexo: 39**

**Descripción:** Medición de la nueva acometida dentro de los rangos de tensión L1



**Anexo: 40**

**Descripción:** Medición de la nueva acometida dentro de los rangos de tensión L2.



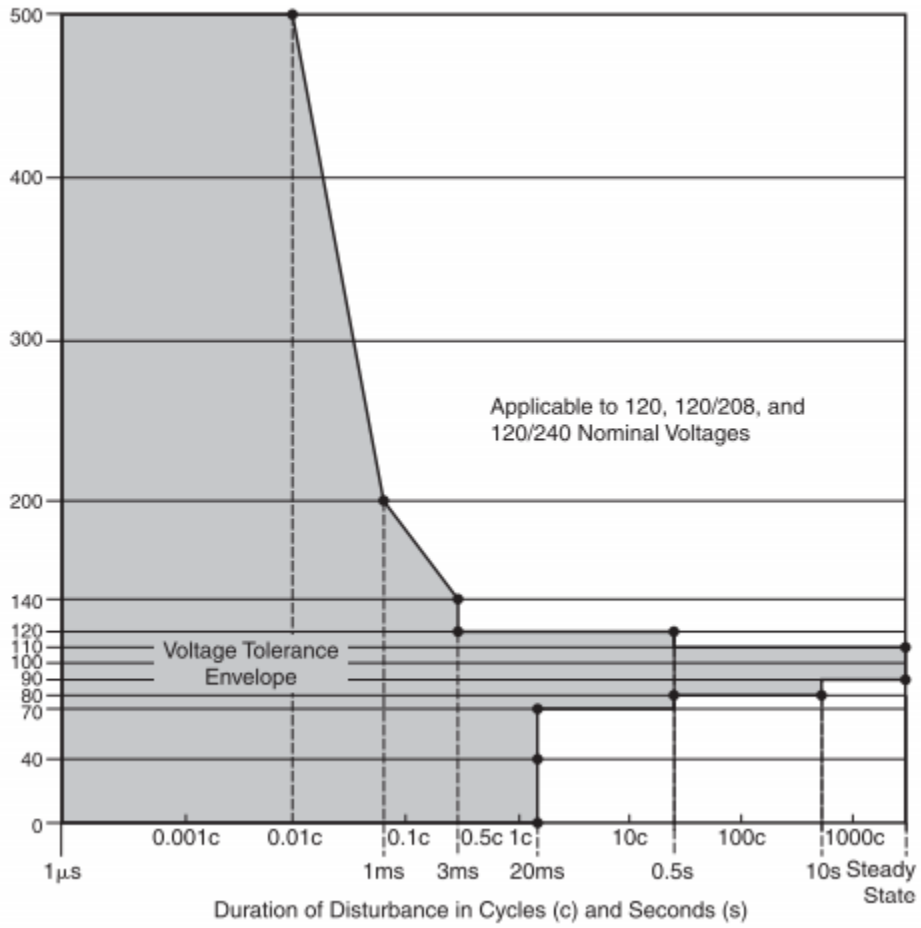
**Anexo: 41**

**Descripción:** Medición de la nueva acometida dentro de los rangos de tensión L3.



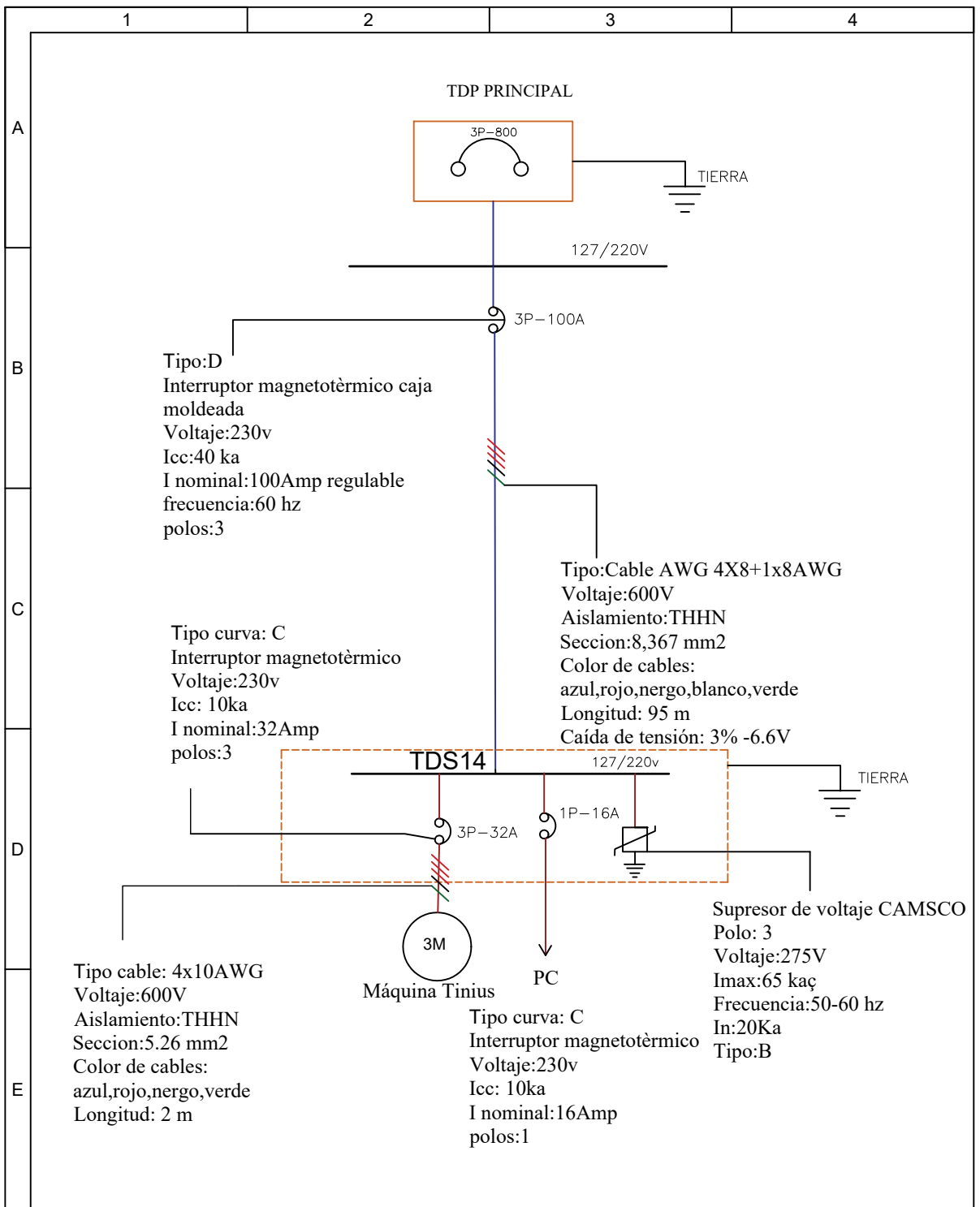
**Anexo: 42**

**Descripción:** Medición de la corriente del equipo

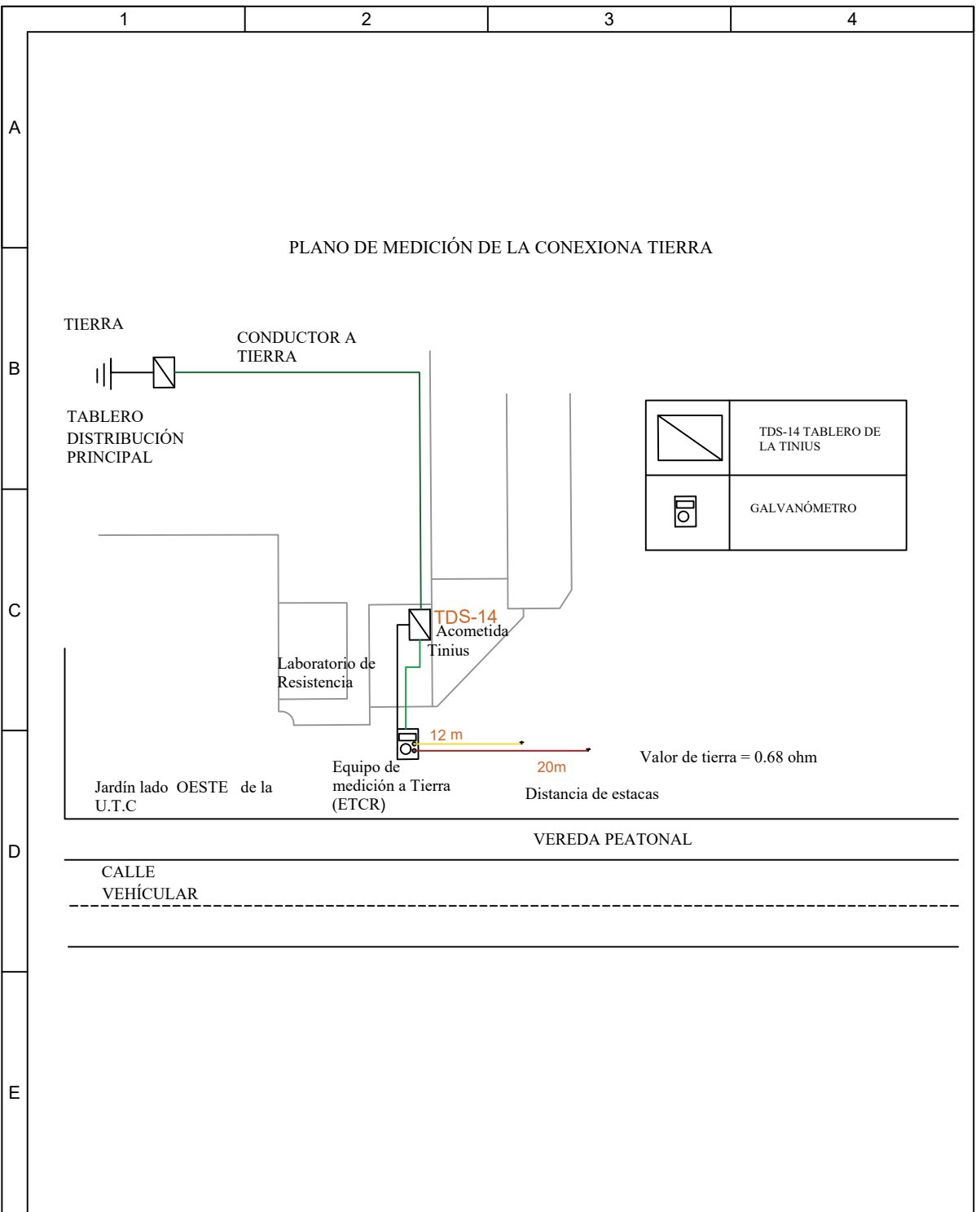


**Anexo: 43**

**Descripción:** curva de tolerancia de las tarjetas electrónicas



				TOLERANCIA	PESO	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESCALA	
				Fecha	Nombre	DIAGRAMA UNIFILAR DE LA NUEVA ACOMETIDA		1:1	
				Dib.	24/02/21				Cristopher Tapia
				Rev.	24/02/21				Ing. Luis Cruz
				Apro.	24/02/21	Ing. Luis Cruz	001		
				Anexo 44					
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



PLANO DE MEDICIÓN DE LA CONEXIONA TIERRA

TIERRA

CONDUCTOR A TIERRA

TABLERO DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

	TDS-14 TABLERO DE LA TINIUS
	GALVANÓMETRO

Laboratorio de Resistencia

TDS-14 Acometida Tinus

12 m  
20 m

Valor de tierra = 0.68 ohm

Jardín lado OESTE de la U.T.C

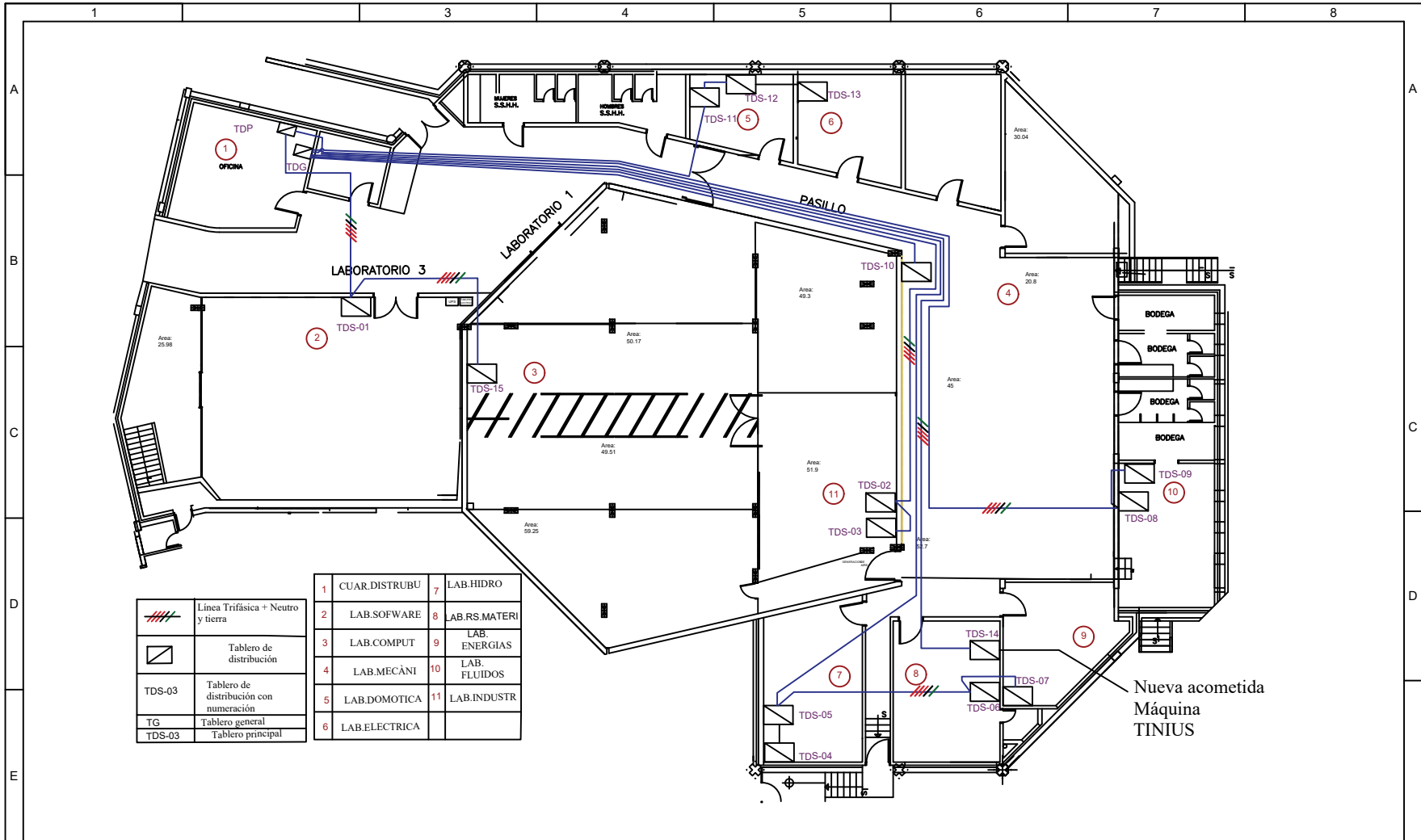
Equipo de medición a Tierra (ETCR)

Distancia de estacas

VEREDA PEATONAL

CALLE VEHÍCULAR

				TOLERANCIA	PESO	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
						LAYOUT DE LA MEDICIÓN A TIERRA	ESCALA
				Fecha	Nombre		1:1
				Div.	24/02/21		Cristopher Tapia
				Rev.	24/02/21		Ing. Luis Cruz
				Apro.	24/02/21	Ing. Luis Cruz	
				Anexo 45		001	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



	Línea Trifásica + Neutro y tierra
	Tablero de distribución
TDS-03	Tablero de distribución con numeración
TG	Tablero general
TDS-03	Tablero principal

1	CUAR.DISTRIBU	7	LAB.HIDRO
2	LAB.SOFTWARE	8	LAB.RS.MATERI
3	LAB.COMPUT	9	LAB. ENERGIAS
4	LAB.MECÁNI	10	LAB. FLUIDOS
5	LAB.DOMOTICA	11	LAB.INDUSTR
6	LAB.ELECTRICA		

Nueva acometida Máquina TINIUS

ITEMS	NOTAS
NOTA 1:	VER EL PLANO DE LAYOUT GENERAL EN PLANO UNIFICAR 002-UNIFILAR

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Fecha	Nombre
Dib. 15/02/21	Cristopher Tapia
Rev. 15/02/21	Ing. Luis Cruz
Apro. 15/02/21	Ing. Luis Cruz

Anexo 46

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIAGRAMA UNIFILAR DEL LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DEL TALLER DE ELECTROMECAÁNICA

002-UNIFILAR

Sustitución

