



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

SEDE GUAYAQUIL

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

Previa la obtención del Título de:

**INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA**

“Diseño e implementación de pruebas de fallas en los sistemas de generación empleando el CMC 356 OMICRON para el SEL-751.”

**AUTORES**

Luis Andrés Morales Canales

Jairo Alejandro Solórzano Piloza

DIRECTOR: Ing. Carlos Fernando Chávez Córdova

GUAYAQUIL

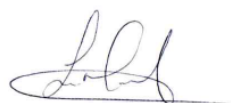
2021

## CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TIULACIÓN

Nosotros, **LUIS ANDRÉS MORALES CANALES** con documento de identificación N° 0950484220 y **JAIRO ALEJANDRO SOLÓRZANO PILOZO** con documento de identificación N° 0925747362 autorizamos a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaramos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, 15/08/2021



---

Luis Andrés Morales Canales

CI. 0950484220



---

Jairo Alejandro Solórzano Pilozo

CI: 0925747362

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS**

Yo, **LUIS ANDRÉS MORALES CANALES**, con documento de identificación N° 0950484220, manifiesto mi voluntad y cedo a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS DE FALLAS EN LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN EMPLEANDO EL CMC 356 OMICRON PARA EL SEL-751**” mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELÉCTRICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15/08/2021



---

Luis Andrés Morales Canales

CI. 0950484220

## **CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS**

Yo, **JAIRO ALEJANDRO SOLORZANO PILOZO**, con documento de identificación N° 0925747362, manifiesto mi voluntad y cedo a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS DE FALLAS EN LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN EMPLEANDO EL CMC 356 OMICRON PARA EL SEL-751**” mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELÉCTRICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15/08/2021



---

Jairo Alejandro Solórzano Pilozo

CI. 0925747362

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR**

Yo, **CARLOS FERNANDO CHÁVEZ CÓRDOVA** con documento de identificación N° 0919553438, director del proyecto de Titulación denominado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS DE FALLAS EN LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN EMPLEANDO EL CMC 356 OMICRON PARA EL SEL-751**” realizado por los estudiantes, **LUIS ANDRÉS MORALES CANALES** con documento de identificación N° 0950484220 y **JAIRO ALEJANDRO SOLÓRZANO PILOZO** con documento de identificación N° 0925747362, certifico que ha sido orientado y revisado durante su desarrollo, por cuanto se aprueba la presentación del mismo ante las autoridades pertinentes.

Guayaquil, 15/08/2021



---

Carlos Fernando Chávez Córdoba

Ing. Msc.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto es dedicado en primer lugar a Dios, mi padre celestial el que me levanta de mis tropiezos. A mi papá Luis Morales y mi mamá Katty Canales por todo el esfuerzo que hacen día a día para que pueda cumplir con los objetivos y metas que me propongo, a mi única hermana, a mis abuelas Cecilia Peralta y Gabriela Lua por estar pendiente y darme esa motivación y esfuerzo para poder seguir adelante y nunca rendirme, a mi enamorada por su apoyo en este arduo camino, a mis familiares y a mis amigos que siempre me han extendido la mano cuando más lo he necesitado

**Luis Andrés Morales Canales**

Este proyecto va dedicado primero a Dios, por darme la fortaleza y guiar mi camino. Le agradezco a mi madre Olga Pilozo y mi abuela Olga Cordero siendo ambos pilares fundamentales en mi vida para cumplir unos de los objetivos que me he planteado, a mis hermanos, primos por darme la motivación, fortaleza, he inspirado en mí el deseo de ser un ejemplo para ellos, demostrando que si uno se propone algo debe luchar para alcanzarlo, a mis amistades que estuvieron a lo largo de mi carrera y me extendieron su mano y conocimiento cuándo más necesité.

**Jairo Alejandro Solórzano Pilozo**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al Todo Poderoso por permitirnos tener y disfrutar de nuestras familias, gracias a ellos por ser nuestro sostén en cada paso que damos y en el presente proyecto, gracias a la vida porque cada día nos demuestra lo hermosa y justa que puede llegar a ser.

Un agradecimiento especial al Ing. Carlos Chávez y al Ing. David Cárdenas, quienes con sus conocimientos nos han brindado esa guía que uno como estudiante necesita para poder lograr parte de sus metas y objetivos, siendo ellos parte fundamental de nuestro crecimiento ético y profesional.

Finalmente, un agradecimiento de todo corazón para todas esas personas que estuvieron siempre atrás de nosotros dándonos ese apoyo y brindando esa confianza para la realización de este trabajo.

.

**Luis Andrés Morales Canales**

**Jairo Alejandro Solórzano Piloza**

## **RESUMEN**

El presente proyecto técnico tiene como finalidad la implementación de pruebas de fallas en los sistemas de generación empleando el CMC 356 Omicron[1] del SEL751 que trabaja bajo la normativa IEC 61850 GOOSE[2] que accede a la elaboración de prácticas de laboratorio de protecciones eléctricas utilizando el módulo de generación de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Con el equipo CMC 356 Omicron, se efectúan prácticas en el cual podemos validar los parámetros requeridos para una correcta comunicación entre relés de protecciones y conocer la funcionalidad de la normativa IEC 61850 y sus protocolos GOOSE, considerando los softwares AcSELerator y el Test Universe.

Finalmente, se realiza una guía de prácticas con el objetivo de que los docentes y los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana instruyan sus conocimientos prácticos sobre la normativa IEC 61850 y la respectiva coordinación de protecciones de un SEP.

Palabras clave: IEC 61850, GOOSE, CMC, OMICRON, ACSELERATOR, TEST UNIVERSE, SEP, SEL 751



## **ABSTRACT**

The purpose of this technical project is the implementation of fault tests in generation systems using the CMC 356 Omicron[1] of the SEL751 which works under the IEC 61850 GOOSE[2] standard that allows the development of laboratory practices on electrical protections using the generation module of the Electrical Engineering career at the Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil.

With the CMC 356 Omicron equipment, practices are carried out in which we can validate the parameters required for correct communication between protection relays and meet the functionality of the IEC 61850 standard and GOOSE protocols, considering the AcSELerator software and the Test Universe.

Finally, a practice guide is developed that aim to instruct both teacher and student of Universidad Politécnica Salesiana in their practical knowledge of the IEC 61850 standard and the respective coordination of protections of a SEP

Keywords: IEC 61850, GOOSE, CMC, OMICRON, ACSELERATOR, TEST UNIVERSE, SEP, SEL 751.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
PORTADA.....	i
CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS.....	iii
CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS.....	iv
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xx
ABREVIATURAS.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	22
CAPÍTULO 1.....	23
1 EL PROBLEMA.....	23
1.1 Descripción del Problema.....	23
1.2 Delimitación.....	23
1.3 Importancia y Alcances.....	24
1.4 Objetivos.....	24

1.4.1	Objetivo General .....	24
1.4.2	Objetivo Especifico.....	24
1.5	Beneficiarios de la propuesta de intervención .....	25
CAPÍTULO 2 .....		26
2	MARCO TEÓRICO .....	26
2.1	Transformador.....	26
2.1.1	Tipos de enfriamientos en transformadores sumergidos en aceite.....	27
2.1.2	Tipos de enfriamientos en transformadores secos .....	28
2.1.3	Tipos de fallas en transformadores de potencia .....	28
2.1.4	Fallas internas.....	28
2.1.5.	Fallas externas.....	29
2.1.6.	Conexión estrella – estrella. ....	30
2.1.7.	Conexión estrella – delta.....	30
2.1.8.	Conexión delta – estrella.....	31
2.1.5.	Conexión delta – delta.....	31
2.2.	Protecciones para un SEP.....	32
2.2.1.	Finalidad de la protección de un SEP. ....	32
2.2.2.	Función principal de la protección de un SEP. ....	32
2.2.3.	Relé de protección.....	33
2.2.4.	Tipos de Relé de protección.....	33
2.2.5.	Clasificación de relés de protección.....	35
2.2.6.	Perturbación .....	35
2.2.6.1.	Sobretensiones .....	36
2.2.6.1.1.	Sobretensiones temporales .....	36
2.2.6.1.2.	Sobretensiones tipo maniobra.....	37

2.2.6.1.3. SOBRETENSIONES ATMOSFÉRICAS .....	38
2.2.6.2. Sobrecarga .....	39
2.2.7. Protecciones contra sobrecorriente .....	39
2.2.7.1. Protección instantánea .....	39
2.2.7.2. Protección tiempo definido.....	40
2.2.7.3. Protección sobrecorriente tiempo inverso (Función 51).....	41
2.2.8. Fallas en las líneas.....	41
2.2.8.1. Tipos de Falla por Cortocircuito.....	42
2.2.8.1.1. Fallas Simétricas.....	42
2.2.8.1.2. Fallas Asimétricas .....	42
2.3. Maleta CMC 356 OMICRON.....	44
CAPÍTULO 3 .....	45
3. PRÁCTICAS PROPUESTAS CON MALETA INYECCIÓN CMC 356 OMICRON	45
3.1. Práctica I.....	45
3.1.1. Tema.....	45
3.1.2. Objetivo general .....	45
3.1.3. Objetivo específico.....	45
3.1.4. Duración.....	45
3.1.5. Marco teórico .....	45
3.1.5.1. Transformador de potencia de subestación de 69 Kv.....	45
3.1.5.2. Interruptor de potencia .....	46
3.1.5.3. Seccionador .....	47
3.1.5.4. Transformador de corriente .....	47
3.1.5.5. Transformador potencial .....	48

3.1.6.	Condiciones de funcionamiento.....	50
3.1.7.	Recursos utilizados.....	50
3.2.	Práctica II.....	51
3.2.1.	Tema.....	51
3.2.2.	Objetivo general.....	51
3.2.3.	Objetivos específicos.....	51
3.2.4.	Duración.....	51
3.2.5.	Marco teórico.....	51
3.2.5.1.	AcSELerator QuickSet.....	51
3.2.6.	Marco Procedimental.....	51
3.2.6.1.	Instalación del software AcSELerator QuickSet.....	51
3.2.6.2.	Comunicación del relé por medio del AcSELerator QuickSet.....	53
3.2.6.3.	Obtención de cuenta SEL para funciones.....	62
3.2.7.	Recursos utilizados.....	63
3.3.	Práctica III.....	64
3.3.1.	Tema.....	64
3.3.2.	Objetivo general.....	64
3.3.3.	Objetivo específico.....	64
3.3.4.	Duración.....	64
3.3.5.	Marco teórico.....	64
3.3.7.	Recursos utilizados.....	82
3.4.	Práctica IV.....	83
3.4.1.	Tema.....	83
3.4.2.	Objetivo general.....	83
3.4.3.	Objetivo específico.....	83

3.4.4.	Duración.....	83
3.4.5.	Marco teórico .....	83
3.4.6.	Marco procedimental .....	83
3.4.7.	Recursos utilizados.....	86
3.5.	Práctica V .....	87
3.5.1.	Tema .....	87
3.5.2.	Objetivo general .....	87
3.5.3.	Objetivo específico.....	87
3.5.4.	Duración.....	87
3.5.5.	Marco procedimental .....	87
3.5.6.	Recursos utilizados.....	89
3.6.	Práctica VI.....	90
3.6.1.	Tema.....	90
3.6.2.	Objetivo general .....	90
3.6.3.	Objetivo específico.....	90
3.6.4.	Duración.....	90
3.6.5.	Marco teórico .....	90
3.6.5.1.	Relé de sobrecorriente [Función 50 / 51] .....	90
3.6.6.	Marco procedimental .....	91
3.6.7.	Recursos utilizados.....	97
3.7.	Práctica VII .....	98
3.7.1.	Tema.....	98
3.7.2.	Objetivo general .....	98
3.7.3.	Objetivo específico.....	98
3.7.4.	Duración.....	98

3.7.5.	Marco procedimental .....	98
3.7.6.	Recursos utilizados.....	103
3.7.7.	Registro de resultados .....	104
3.8.	Práctica VIII .....	106
3.8.1.	Tema.....	106
3.8.2.	Objetivo general .....	106
3.8.3.	Objetivo específico.....	106
3.8.4.	Duración.....	106
3.8.5.	Marco teórico .....	106
3.8.5.1.	Tipos de protecciones .....	106
3.8.5.1.1.	Protección primaria.....	106
3.8.5.1.2.	Protección de respaldo .....	106
3.8.5.1.3.	Zonas de protección.....	106
3.8.6.	Marco procedimental .....	107
3.8.7.	Recursos utilizados.....	117
3.8.8.	Registro de pruebas .....	117
CAPÍTULO 4.....		123
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	123
4.1.	CONCLUSIONES .....	123
4.2.	RECOMENDACIONES.....	123
5.	BIBLIOGRAFÍA .....	124
6.	ANEXOS .....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
FIGURA 1: TRANSFORMADOR DE POTENCIA. FUENTE: [3].....	27
FIGURA 2: FALLA INTERNA. FUENTE: [6] .....	29
FIGURA 3: FALLA EXTERNA. FUENTE: [6] .....	29
FIGURA 4: CONEXIÓN ESTRELLA - ESTRELLA. FUENTE: LOS AUTORES .....	30
FIGURA 5: CONEXIÓN ESTRELLA – DELTA. FUENTE: LOS AUTORES .....	31
FIGURA 6: CONEXIÓN DELTA – ESTRELLA. FUENTE: LOS AUTORES .....	31
FIGURA 7: CONEXIÓN DELTA – DELTA. FUENTE: LOS AUTORES .....	32
FIGURA 8: SEL 700G RELÉ DE PROTECCIÓN DE GENERADOR. FUENTE: [11].....	33
FIGURA 9: SEL 751 RELÉ DE PROTECCIÓN DE ALIMENTADOR. FUENTE: [12].....	34
FIGURA 10: SEL – 487 E RELÉ DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR. FUENTE: [13].....	34
FIGURA 11: SEL – 487 B RELÉ DE PROTECCIÓN DE BARRAS. FUENTE: [14].....	35
FIGURA 12: SOBRETENSIONES TEMPORALES.....	37
FIGURA 13: SOBRETENSIONES ATMOSFÉRICAS.....	38
FIGURA 14: CURVA DE PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE INSTANTÁNEA. ...	40
FIGURA 15: CURVA DE PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE TIEMPO DEFINIDO.....	40
FIGURA 16: CURVA DE PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE TIEMPO INVERSO.....	41
FIGURA 17: FALLA TRIFÁSICA.....	42
FIGURA 18: FALLA BIFÁSICA A TIERRA.....	42
FIGURA 19: FALLA BIFÁSICA A TIERRA.....	43
FIGURA 20: FALLA MONOFÁSICA A TIERRA.....	43
FIGURA 21: EQUIPO DE INYECCIÓN CMC 356 OMICRON. FUENTE: [1].....	44



FIGURA 22: TRANSFORMADOR DE POTENCIA 2.5 MVA. FUENTE: [3].....	46
FIGURA 23: INTERRUPTOR DE POTENCIA SF6 TANQUE VIVO. FUENTE: [3].....	46
FIGURA 24: SECCIONADOR 69 KV. FUENTE: [3] .....	47
FIGURA 25: TRANSFORMADOR DE CORRIENTE. FUENTE: [3].....	48
FIGURA 26: TRANSFORMADOR DE POTENCIAL. FUENTE: [3].....	48
FIGURA 27: SEL 700G RELÉ DE PROTECCIÓN DE GENERADOR. FUENTE: [11].....	49
FIGURA 28: SEL 751 RELÉ DE PROTECCIÓN DE ALIMENTADOR. FUENTE: [25].....	50
FIGURA 30: ICONO SETUP PARA INSTALACIÓN DE SOFTWARE.....	51
FIGURA 31: ÍCONOS DE SOFTWARES INSTALADOS.....	53
FIGURA 32: ÍCONO DEL PROGRAMA ACSELERADOR QUICKSET.....	58
FIGURA 33: VENTANA PRINCIPAL DEL SOFTWARE ACSELERATOR.....	59
FIGURA 34: INDICADOR DE CONEXIÓN DEL RELÉ CON EL PROGRAMA ACSELERATOR .....	60
FIGURA 35: EDITOR DE AJUSTES SEL 751 .....	61
FIGURA 36: PANTALLA PRINCIPAL DE LA PÁGINA OFICIAL DE SEL.....	62
FIGURA 37: PANTALLA DE INCIO DEL TEST UNIVERSE. FUENTE:[27] .....	64
FIGURA 38: QUICK CMC. FUENTE: [27] .....	65
FIGURA 39: FUNCIÓN RAMPING. FUENTE: [27] .....	65
FIGURA 40: FUNCIÓN PULSE RAMPING. FUENTE: [27] .....	66
FIGURA 41: FUNCIÓN STATE SEQUENCER. FUENTE: [27].....	66
FIGURA 42: FUNCIÓN ADVANCED TRANSPLAY. FUENTE: [27].....	67
FIGURA 43: FUNCIÓN ANNUNCIATION CHECKER. FUENTE: [27] .....	67
FIGURA 44: FUNCIÓN OVERCURRENT. FUENTE: [27] .....	68
FIGURA 45: ÍCONO DEL SETUP PARA INSTALACIÓN DEL TEST UNIVERSE .....	68
FIGURA 46: PANTALLA DE ELECCION IDIOMAS PARA EL PROGRAMA TEST UNIVERSE.....	69

FIGURA 47: PANTALLA DE PREPARACIÓN DE INSTALACIÓN PARA EL PROGRAMA TEST UNIVERSE.....	70
FIGURA 48: ÍCONOS DE LOS PROGRAMAS TEST UNIVERSE Y OMICRON .....	76
FIGURA 49: PARTE POSTERIOR DE LA OMICRON.....	76
FIGURA 50: PARTE FRONTAL DE LA OMICRON CMC 356 .....	76
FIGURA 51: CONEXIÓN DEL EQUIPO OMICRON CON LA COMPUTADORA POR PUERTO ETHERNET.....	77
FIGURA 52: BOTON “ASSOCIATE” PARA REFRESCAR LA CONEXIÓN.....	79
FIGURA 53: PANTALLA PRINCIPAL DEL PROGRAMA TEST UNIVERSE .....	80
FIGURA 54: VENTANA DE PARÁMETROS DE VOLTAJE Y CORRIENTE EN QUICK CMC .....	80
FIGURA 55: VENTANA DE PARÁMETROS DE VOLTAJE Y CORRIENTE EN QUICK CMC .....	81
FIGURA 56: MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE CON EL MULTÍMETRO .....	82
FIGURA 57: INGRESO DE DATOS EN PROTECCION (27).....	84
FIGURA 58: INGRESO DE DATOS EN PROTECCION (81).....	85
FIGURA 59: INYECCION DE UN VOLTAJE DEL 90% PERMITIDO .....	88
FIGURA 60: INYECCION DE VOLTAJE MENOR DEL 90% PERMITIDO .....	88
FIGURA 61: INYECCION DE VOLTAJE CON UNA FRECUENCIA PERMITIDA.....	89
FIGURA 62: CURVAS DE PROTECCIÓN 50/51 .....	91
FIGURA 63: AJUSTE DE SOBRECORRIENTE DE FASE MÁXIMA (50P).....	94
FIGURA 64: AJUSTE DE SOBRECORRIENTE DE FASE MÁXIMA (50N).....	94
FIGURA 65: AJUSTES 51 FASE .....	95
FIGURA 66: AJUSTES 51 CORRIENTE DE NEUTRO .....	95
FIGURA 67: LÓGICA DE CIERRE Y DE DISPARO .....	96
FIGURA 68: INGRESO DE AJUSTES DEL SEL-751 .....	97
FIGURA 69: PANTALLA DE LA FUNCIÓN OVERCURRENT.....	98
FIGURA 70: OPCIÓN “EQUIPO DE PRUEBA” DENTRO DE LA FUNCIÓN OVERCURRENT .....	99

FIGURA 71: ELECCIÓN DE CURVAS DENTRO DE LA OPCIÓN OVERCURRENT.....	100
FIGURA 72: AÑADIR BARRIDO PARA SELECCIONAR PUNTO DE INYECCIÓN.....	102
FIGURA 73: RESULTADOS FINALES DE LOS TIEMPOS DE DISPARO.....	103
FIGURA 74: AJUSTES DE PARÁMETROS EN EL RELÉ DE 13.8 KV .....	111
FIGURA 75: AJUSTES DE PARÁMETROS EN EL RELÉ DE 69 KV .....	111
FIGURA 76: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE EN EL RELÉ DE 13.8 KV .....	112
FIGURA 77: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE FASE MÁXIMA EN EL RELÉ DE 69 KV.....	112
FIGURA 78: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE NEUTRO EN EL RELÉ DE 13.8 KV.....	112
FIGURA 79: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE NEUTRO EN EL RELÉ DE 69 KV.....	113
FIGURA 80: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO 13.8 KV.....	113
FIGURA 81: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO 69 KV.....	114
FIGURA 82: AJUSTES DE CORRIENTE DE NEUTRO EN EL RELÉ DE 13.8 KV.....	114
FIGURA 83: AJUSTES DE CORRIENTE DE NEUTRO EN EL RELÉ DE 13.8 KV.....	115
FIGURA 84: AJUSTES DE LÓGICA DE CIERRE Y DISPARO .....	115
FIGURA 85: AJUSTES DEL SEL 751 FINALIZADO.....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
TABLA 1: TIPO DE SOBRETENSIONES. ....	38
TABLA 2: DATOS DEL RELÉ DE TRANSFORMADOR DE 5 MVA .....	91
TABLA 3: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES (51) .....	92
TABLA 4: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES (50) .....	92
TABLA 5: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO (51N) .....	92
TABLA 6: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INTANTANEA DE NEUTRO (50) .....	93
TABLA 7: DATOS DEL RELÉ DE 69 KV .....	107
TABLA 8: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASE (51) .....	107
TABLA 9: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INTANTANEA DE FASES (50) .....	108
TABLA 10: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO (50) .....	108
TABLA 11: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INTANTANEA DE NEUTRO (50) .....	108
TABLA 12: DATOS DEL RELÉ DE 13.8 KV .....	109
TABLA 13: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES (51) .....	109
TABLA 14: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INTANTANEA DE FASES (50) .....	109
TABLA 15: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO (51) .....	110
TABLA 16: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INTANTANEA DE NEUTRO (50) .....	110

## ABREVIATURAS

IED	Intelligent Electronic Device
SCADA	Supervisory Control and Data Adquisition
SEP	Sistema Eléctrico de Potencia
PU	Por unidad
GOOSE	Generic Object Oriented Substation Events
MMS	Manufacturing Message Specification
IEC	International Electrotechnical Commission
LAN	Local Area Network
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TC	Transformador de Corriente
TP	Transformador de Potencial
KV	Kilo Voltios
KVA	Kilo Voltio Amperios
OSI	Open System Interconnection

## INTRODUCCIÓN

El tema del presente proyecto de titulación es “Diseño e implementación de pruebas de fallas en los sistemas de generación empleando el CMC 356 OMICRON para el SEL - 751”, en el que haremos un esquema de los sistemas de protección de los relés SEL - 751 donde se permita observar el ajuste y coordinación de las mismas que harán que el sistema esté seguro cuando se esté enfrentado a fallas eléctricas; garantizando así la confiabilidad del sistema, continuidad del servicio y calidad de energía.

El primer capítulo redacta el problema por el cual se decidió realizar este proyecto donde se define el alcance del proyecto y sus beneficios hacia la sociedad, en este caso para la Facultad de Ingeniería eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. En el segundo capítulo encontraremos la información de manera directa y concreta sobre los elementos usados, con sus respectivas citas bibliográficas. En el tercer capítulo estarán las ocho prácticas que implementaremos para nuestro estudio y se elaborará un manual para uso interno y externo de las mismas.

La Facultad de Ingeniería eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana tiene la necesidad de hacer uso al equipo de inyección de corriente “Omicron CMC 356” y así poder dar una amplia gama de conocimientos que garantice el aprendizaje de los estudiantes dentro del campo de la ingeniería.

Este proyecto es basado en el estudio y calibración adecuada de los relés de protección de sobrecorrientes SEL-751, que va a extinguir las perturbaciones producidas por fallas eléctricas dentro del sistema, su metodología será simple, equipos y herramientas que proporcionen datos confiables de las pruebas de inyección bajo las normativas.

# CAPÍTULO 1

## 1 EL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del Problema

Hoy por hoy a nivel mundial vemos que las protecciones eléctricas son indispensables en el campo ya sea en distribución, transmisión o generación ya que las empresas buscan dispositivos con una rapidez de detección de fallas, tiempo de respuesta inmediato y extensas funciones de automatización y control que permitan tener un sistema de generación de energía y segura, para así reducir las interrupciones por fallas en el sistema. Hay diferentes dispositivos para realizar pruebas de protecciones eléctricas, las cuales nos dan una lectura cercana a la realidad, ¿Por qué decimos esto? Porque implementaremos las pruebas de dichas protecciones eléctricas con el dispositivo cmc 356 (Omicron) el cual es una solución universal para pruebas de generación y protección de relés. La Omicron nos permite obtener fuentes máximas de corriente para pruebas, incluso de relés electromecánicos de alta carga y tiene una red integrada para pruebas de dispositivos IED de tipo IEC61850.

La maleta de inyección Omicron CMC 356 es la mejor alternativa para funciones que demandan una alta amplitud, versatilidad y potencia. Los ingenieros eléctricos estiman la capacidad que tiene de realizar comprobaciones en los cableados y la eficacia en los transformadores de corriente, inyectando una corriente elevada desde la Omicron CMC 356.

### 1.2 Delimitación

Este proyecto está basado en una práctica concreta del uso del cmc 356 (Omicron) en un relé SEL-751.

#### Conexión. -

- El relé SEL-751 al cmc 356 (Omicron) de manera directa.
- Conexión de la comunicación de relés a través de la norma IEC61850

### **Configuración. -**

- Configurar la activación del protocolo de comunicación IEC61850 con el software AcSelerator QuickSet.
- Configurar la activación del protocolo de comunicación IEC61850 con el software AcSelerator Architect.
- Configuración del cmc 356 (Omicron) para la inyección de corriente al SEL -751

### **Ajuste. -**

- Ajustar el cmc 356 (Omicron) al relé SEL-751.

## **1.3 Importancia y Alcances**

La necesidad que los estudiantes conozcan y adquieran conocimientos sobre esta normativa de comunicación para Sistemas Eléctricos de Potencia, hace necesario implementar una red de comunicación para realizar las prácticas correspondientes a las materias de Protecciones y Comunicaciones. Para fines didácticos la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Se implementa pruebas de fallas con el equipo CMC 356 Omicron en relés de protecciones para validación de parámetros de tiempos de despejes y coordinación de protecciones dejando una guía para futuros estudiantes de la carrera de electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

El uso principal del CMC 356 (Omicron) en los relés SEL-751 para ver el despeje de falla y su respectiva coordinación de protecciones.

### **1.4.2 Objetivo Especifico**

- Diseñar e implementar pruebas de fallas en los sistemas de generación empleando el cmc 356 (Omicron).



- Realizar una guía de ocho prácticas de laboratorio que determine el manejo y funcionamiento de la maleta CMC 356, frente a circunstancias específicas de operación de sistema.

### **1.5 Beneficiarios de la propuesta de intervención**

Estudiantes y profesionales que se dedican al campo de las protecciones eléctricas, que generan coordinación de protecciones, y estudian el despeje de las fallas con dispositivos complejos como lo es la Omicron y ver un resultado de una manera más eficaz y segura.

## CAPÍTULO 2

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Transformador

Es un equipo eléctrico cuya función es transformar la tensión de alta a media o viceversa en corriente alterna, teniendo una frecuencia constante, estas máquinas eléctricas son utilizadas en subestaciones eléctricas ya sean elevadoras o reductoras. Son aplicados en industrias con centrales de generación de energía y grandes consumidores.

Básicamente se fundamenta en la inducción electromagnética, y está formado por dos bobinas devanadas sobre un núcleo de hierro silicio [3].

Las especificaciones del transformador para una buena adquisición y aplicación de puesta al servicio eléctrico, son las siguientes:

- Capacidad
- Frecuencia
- Voltaje en el primario
- Voltaje en el secundario
- Tap de derivación
- Conexión estrella – delta en alta y media tensión
- Impedancia de cortocircuito
- Perdidas en vacío y con carga



FIGURA 1: TRANSFORMADOR DE POTENCIA. FUENTE: [3]

### 2.1.1 Tipos de enfriamientos en transformadores sumergidos en aceite

- OA. - Significa que se enfría de manera natural, en otras palabras, el aceite dieléctrico transita de manera natural gracias a la convección.
- OA/FA. - Significa que está en medio de aceite aislante con enfriamiento individual y con enfriamiento por aire forzado, en otras palabras, se le ha agregado un ventilador para aumenta la disipación del calor.
- OA/FA/FOA. - Este tiene aceite dieléctrico con enfriamiento individual con aceite forzado. Se intenta el incremento operacional de equipo.
- FOA. - Aceite forzado con enfriadores de aire forzado. Este líquido se enfría al pasar por el cambiador de calor y colocados fuera del taque.
- FOW. – Tiene enfriamiento de aceite forzado con enfriadores de agua forzada. El enfriamiento del aceite aislante es en base al agua y sin ventilación alguna.[4].

### **2.1.2 Tipos de enfriamientos en transformadores secos**

- AA. – Transformadores tipo seco con enfriamiento natural, este tipo en absoluto posee aceites u otros fluidos, el aire es el dieléctrico solitario en el interior del mismo.
- AFA. – Tipo seco, con enfriamiento por aire forzado para mayor potencia. En otras palabras, un ventilador el cual desliza el aire por un ducto colocado en la parte inferior del transformador.
- AA/FA. – Transformador tipo seco con enfriamiento natural y con enfriamiento por aire forzado, Es un equipo de tipo AA, con ventilación para aumentar la dispersión del calor. [5].

### **2.1.3 Tipos de fallas en transformadores de potencia**

Hay una gran cantidad de alteraciones que se alcanzan exponer en los transformadores.

- El aislamiento en el recubrimiento de los tornillos de sujeción.
- Puntos calientes por mal conexionado.
- Arcos eléctricos entre el lado primario y el secundario con el núcleo, correspondiente a las altas descargas eléctricas en la atmósfera.
- Fallas en el aislamiento, por el desgaste que tienen los transformadores.
- Por la humedad que se produce en el aceite dieléctrico de los transformadores.

### **2.1.4 Fallas internas**

Son las fallas que aparecen en el interior de la zona de protección del transformador. Estas se clasifican en fallas incipientes, que son aquellas fallas que van de a poco dándose, pero que pueden llegar a ser fallas irreversibles como lo son el sobrecalentamiento, el sobreflujo y la sobrepresión, éstas pueden ser diagnosticadas mediante el monitoreo de descarga parcial y el análisis de gas disuelto en aceite[6].

En el momento que se energiza el transformador, o la tensión en el lado de alta regresa a su valor nominal después de haber despejado una falla, se crea una corriente a la que se conoce como Inrush, ésta es leída por el equipo de protección como una falla interna.

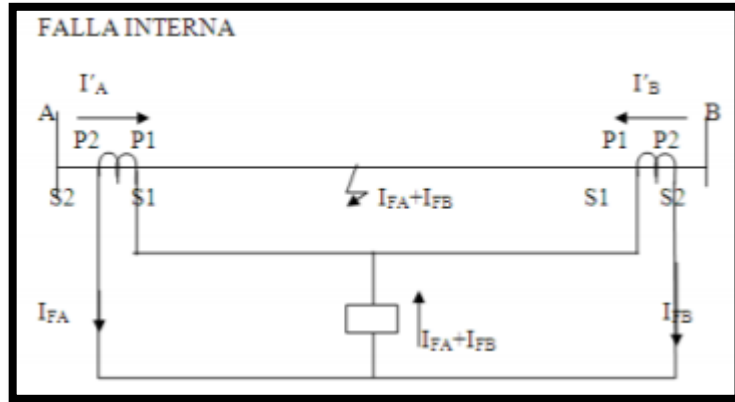


FIGURA 2: FALLA INTERNA. FUENTE: [6]

### 2.1.5. Fallas externas

Estas fallas se crean fuera de la zona de protección del transformador. Este tipo de falla normalmente son combatidas con protecciones de respaldo.

Para fallas a tierra, se utilizan relés separados. La protección de falla a tierra restringida se utiliza para reemplazar la protección diferencial para fallas en los devanados a tierra.

Una falla externa en el lado de la estrella da como resultado que la corriente fluya en el transformador la línea afectada y al mismo tiempo fluya una corriente equilibrada en el neutro del transformador, por lo tanto, la corriente resultante del relé es cero.

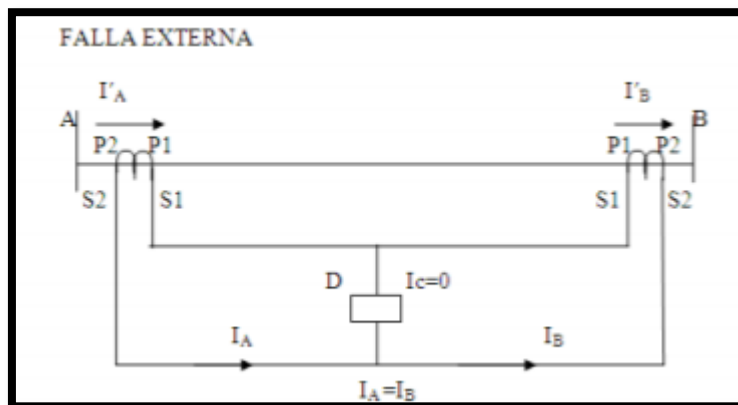


FIGURA 3: FALLA EXTERNA. FUENTE: [6]

### 2.1.6. Conexión estrella – estrella.

En la conexión estrella – estrella, el voltaje de fase secundario está relacionado con el voltaje primario de fase primaria. Se puede usar esta conexión cuando el neutro de la fase primaria se una correctamente con el neutro de la fuente.

Al no tener las uniones de los neutros, pueden tener como resultados la tensión entre líneas y neutro de ondas senoidales distorsionadas

Se puede realizar las conexiones estrella – estrella sin el uso del neutro, en cada transformador posee un tercer devanado se lo conoce como devanado terciario. Los devanados terciarios tienen una conexión en triángulo al tener tres transformadores, y son más utilizados para alimentar los servicios de subestaciones que se encuentran instalados.

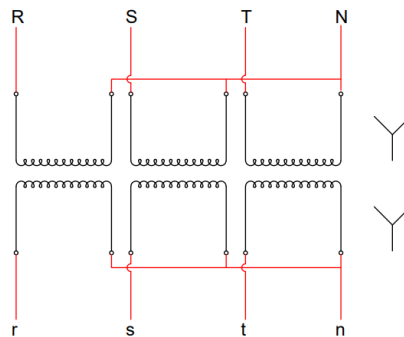


FIGURA 4: CONEXIÓN ESTRELLA - ESTRELLA. FUENTE: LOS AUTORES

### 2.1.7. Conexión estrella – delta.

Las fases del bobinado primario se conectan en estrella mientras que la del devanado secundario en triángulo, con esto el voltaje del lado primario es el voltaje secundario multiplicado por la raíz de tres.

Esta conexión nos permite reducir la tensión del lado de alta al de media, razón por la que tenemos un neutro para mandar a tierra el lado de alta tensión lo que es conveniente y con grandes ventajas.[7].

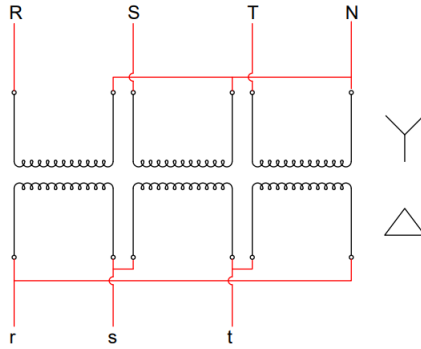


FIGURA 5: CONEXIÓN ESTRELLA – DELTA. FUENTE: LOS AUTORES

### 2.1.8. Conexión delta – estrella.

Para esta conexión su utilización se rige a las particularidades empleadas en la conexión  $\Delta$  - Y. Es muy utilizada en transformadores elevadores al inicio de la línea y no al finalizar, ya que las fases del lado primario soportan el voltaje de la red.

Esta conexión es útil para elevar voltajes a valores muy altos y no tienen problemas con las componentes en sus voltajes de terceros armónicos[7].

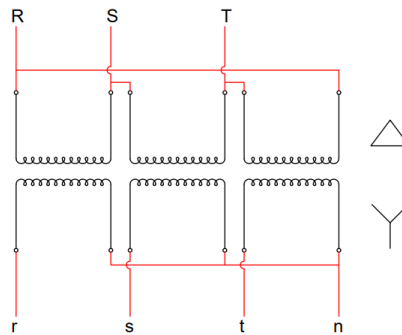


FIGURA 6: CONEXIÓN DELTA – ESTRELLA. FUENTE: LOS AUTORES

### 2.1.5. Conexión delta – delta.

La ventaja de la conexión delta – delta es que las cargas que no están equilibradas no afectan al transformador, además en caso de que uno de los equipos falle o esté en mantenimiento se puede dejar como banco trifásico los dos transformadores funcionando de manera normal, a esta configuración se llama triángulo abierto, delta abierta o configuración en V [7].

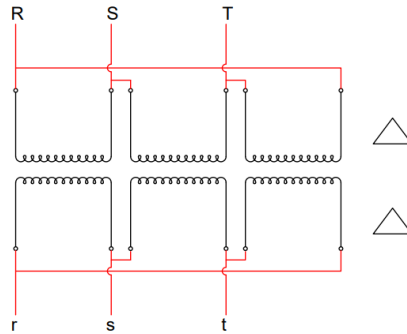


FIGURA 7: CONEXIÓN DELTA – DELTA. FUENTE: LOS AUTORES

## 2.2. Protecciones para un SEP

### 2.2.1. Finalidad de la protección de un SEP.

Un SEP [Sistema Eléctrico de Potencia], que consiste en generar, transformar y distribuir, necesitan confiabilidad, calidad, continuidad y un servicio de exigencias que, al cumplirse, garantizará que la energía que se produce tanto en represas eléctricas como en centrales sea distribuida sin interrupciones.

El servicio de energía eléctrica no se puede almacenar, por lo que una falla en sistema eléctrico nacional puede tener repercusiones muy grandes a nivel nacional en trabajos o proyectos que se desarrollan directamente del consumo de energía eléctrica. Para esto las protecciones deben ser capaces de interrumpir el camino por donde la falla circula[8].

### 2.2.2. Función principal de la protección de un SEP.

Los sistemas de protecciones eléctricas constituyen el equipo más importante que se incluye en un SEP [Sistema Eléctrico de Potencia] con el fin de aminorar los efectos de las fallas sobre los equipos protegidos des energizándolos de una manera rápida para mejorar la calidad del servicio al eliminar o aislar dichos equipos que puedan producir perturbaciones al sistema eléctrico[8].

Los objetivos generales se resumen en:

- Proteger a los equipos que estén conectados en la red eléctrica y a las personas.
- Reducir el riesgo del dominio de fallas sobre las líneas y los equipos eléctricos.
- Tener al 100% la conectividad del sistema eléctrico sin fallas ni perturbaciones.



- La detección de conexiones de falla monitoreando de manera continua las variables del sistema eléctrico de potencia.

### 2.2.3. Relé de protección.

Los relés de protección en simples palabras se los considera como un interruptor, cuya función es de dar el paso de la corriente cuando se encuentre cerrado y a la vez interrumpe el paso de la misma cuando esté abierto, a la vez que debemos considerar que son capaces de tener auto diagnóstico al momento que se presente una falla, los parámetros que presentan van cambiando acorde a las índoles que se manifiestan en el sistema, también podemos decir que los relés de protección poseen una concordancia con respecto a la comunicación con relación de los diferentes IED. [9][10]

### 2.2.4. Tipos de Relé de protección

#### 2.2.4.1. Relé de protección SEL 700G

Es un dispositivo que actúa como protector y es utilizado en los generadores industriales y de suministro de energía a diferentes empresas, además de que tienen un auto sincronizador, sin olvidar también los módulos flexibles que poseen entradas y salidas y sin olvidar las comunicaciones avanzadas.

Brinda protección en caso de falla a tierra al 100% abarcando el total del devanado, también su configuración, su monitoreo del sistema es más rápido debido a que posee una pantalla táctil [11].



FIGURA 8: SEL 700G RELÉ DE PROTECCIÓN DE GENERADOR. FUENTE: [11]

### 2.2.4.2. Relé de protección SEL 751

Este dispositivo tiene como función proteger los alimentadores de las plantas industriales y como en el caso del SEL 700G a empresas que suministran energía, la función que realiza es en ofrecer la moderación del arco eléctrico, además de detectar las fallas con mayor eficacia. Este equipo además tiene presente una protección completa para los circuitos que son de divisiones radiales y también en bucle[12].



FIGURA 9: SEL 751 RELÉ DE PROTECCIÓN DE ALIMENTADOR. FUENTE: [12]

### 2.2.4.3. Relé de protección SEL – 487 E

Este equipo tiene como función la protección diferencial para hasta cinco terminales trifásicas con una restricción del porcentaje dependiente adaptiva para transformadores en centrales eléctricas, subestaciones de transmisión, subestaciones de distribución y plantas industriales[13].



FIGURA 10: SEL – 487 E RELÉ DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR. FUENTE: [13]

#### 2.2.4.4. Relé de protección SEL – 487 B

Este equipo tiene como función la protección de barras y fallas de interruptor, protege los sistemas de barra y optimiza la seguridad de protección en todas las zonas de comprobación. Permite la mejora en pruebas del sistema y análisis de fallas con extensas capacidades de monitoreo, medición y registro de eventos[14].



FIGURA 11: SEL – 487 B RELÉ DE PROTECCIÓN DE BARRAS. FUENTE: [14]

#### 2.2.5. Clasificación de relés de protección

- Relé diferencial
- Relé de tiempo inverso
- Relé de distancia
- Relé de sobrecorriente
- Relé de tiempo definitivo
- Relé de potencia inversa
- Relé de bajo voltaje
- Relé de tierra
- Relé direccionales
- Relé de comparación de fase
- Relé de fase

#### 2.2.6. Perturbación

Una perturbación hace que el sistema eléctrico sufra pequeñas fallas momentáneas, pero deja en el servicio siga operando, esto a largo plazo ocasionaría que esas perturbaciones sean graves para el sistema eléctrico. Al momento de detectar ya sean las fallas como las

perturbaciones las protecciones deben de actuar debido a que si no se la detecta eso provocaría perturbaciones para el resto, se debe detectar, aislar, y cambiar el equipo que presenta la falla[15].

Así como en el caso de las fallas existen diferentes perturbaciones y entre las más frecuentes tenemos:

- Las sobretensiones.
- Las sobrecargas.

#### **2.2.6.1. Sobretensiones**

Cuando se habla de sobretensiones nos referimos a un sistema que va a ser peligroso dada las siguientes condiciones:

- Cuando se sobre pasa el esfuerzo de los aislantes, esto ocasiona que se deterioren y se destruyan.
- Cuando se extienden el tiempo de duración se tienen como daños en los equipos de los usuarios como también de generación y transmisión.
- Si ocurre una falla a nivel del aislante, se genera al instante un cortocircuito.
- Se puede provocar tanto interna como externa, esto pasa a razón de la tensión máxima ya que esta sobrepasa los niveles que se considerarían que deben de estar estables.

Son de carácter variado, por esta razón son difíciles de interpretar y por eso solo se ha podido determinar estadísticamente ya sea la duración, la amplitud y sus efectos. Las mismas son divididas en tres tipos los mismas que son:

- Sobretensiones temporales
- Sobretensiones tipo maniobra
- Sobretensiones atmosféricas

##### **2.2.6.1.1. Sobretensiones temporales**

Se refieren al aumento de la tensión al momento que está por demás de 20% con respecto al valor nominal de una red de distribución y sus ciclos duran varias veces o se quedan de

forma estable. Presentan sobrecorrientes con una amplitud que por lo general son por debajo de 1.5 por unidad y con un tiempo menor a 1 segundo[16].

En general, las instalaciones eléctricas son las más afectadas, ya que al haber una sobretensión por mucho tiempo esta provoca daños en los dispositivos eléctricos y electrónicos que se encuentre en ese momento conectados.

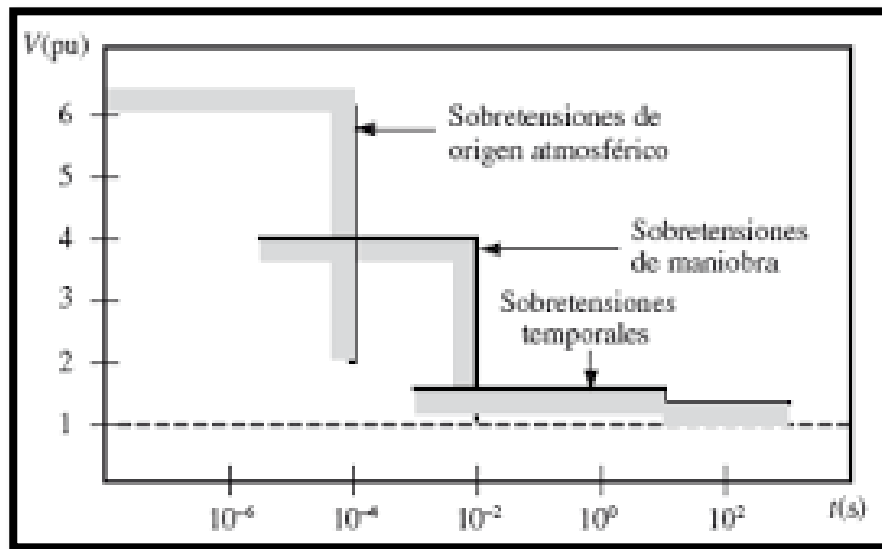


FIGURA 12: SOBRETENSIONES TEMPORALES.

#### 2.2.6.1.2. Sobretensiones tipo maniobra

Aparecen cuando existen cambios abruptos de la configuración de la red relacionados cuando se cierran y se abren los interruptores como las fallas. Al ser una sobretensión tipo maniobra, también se encarga de las operaciones que se traten de conmutación en carga normal. Estas operaciones se basan en que desencadenan la presencia de un rizo de sobretensión o al mismo tiempo de las ondas de frecuencia que pueden ser oscilatorio y aperiódico [17].

Estas ondas tienen como característica estar en un intervalo de 2 a 4 unidades de periodo, tienen una duración muy pequeña y también dan como resultado la frecuencia media entre 1 a 200 KHz, con esto no podemos olvidar que su amortiguamiento es intermedio.

### 2.2.6.1.3. SOBRETENSIONES ATMOSFÉRICAS

Son más notorias cuando una red está expuesta a la intemperie debido a descuidos con él por el hilo de guardia, esto viene de una línea o estación debido a que están en contacto directo con la atmosfera, pero es casi imposible que pase la descarga por la estación por tal razón es más probable que sea desde las líneas [16][18].

Como se ha visto la corriente provocada por rayos no es igual en ningún caso, lo único que es semejante es la figura que tiene la corriente ya que no es vacilante, también es de una sola dirección que solo tiene una polaridad

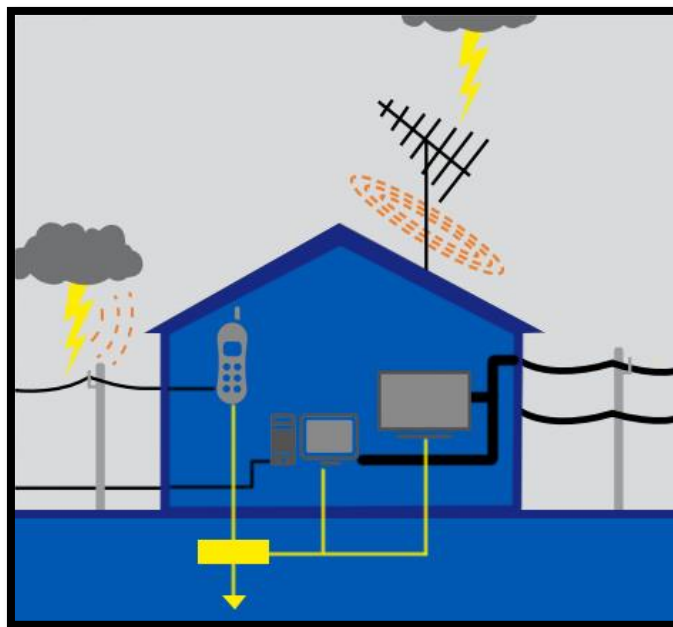


FIGURA 13: SOBRETENSIONES ATMOSFÉRICAS.

<i>TIPO DE SOBRETENSIÓN</i>	<i>MÚLTIPLO DE TENSIÓN NOMINAL</i>	<i>DURACIÓN (SEGUNDOS)</i>	<i>FRECUENCIA (HZ)</i>	<i>PENDIENTE DE FRENTE DE ONDA</i>
FRECUENCIA INDUSTRIAL	< 1.73 P.U.	LARGA > 1S	FRECUENCIA INDUSTRIAL	DÉBIL
MANIOBRA	2 A 4 P.U.	CORTA 1 MS	MEDIA 1 A 200 KHZ	MEDIO
ATMOSFÉRICA	> 4 P.U.	MUY CORTA 1 A 10 US	MUY ELEVADA 1000 kV/μS	FUERTE

TABLA 1: TIPO DE SOBRETENSIONES.

La corriente de la onda presenta las siguientes características que son:

- **El frente:** se trata del principio de la onda hasta llegar al pico de su valor.
- **La cola:** Es la continuación del frente

También presenta características de la corriente con respecto a la onda dentro de los siguientes rangos

- Para la duración del frente es 0.5 a 20  $\mu$ s
- Para la duración del hemivalor en la cola es 15 a 90  $\mu$ s
- Para la duración de la cola es 300 a 300000  $\mu$ s

#### **2.2.6.2. Sobrecarga**

Esto ocurre al momento de que una corriente sea mayor a la nominal ya sea por una línea o por el equipo [15], las causas a las que responden son:

- Un cortocircuito que no está aislando del correspondiente tiempo.
- Cuando la transferencia de la capacidad nominal es menor a un 20% con respecto a los picos de consumo [19].

#### **2.2.7. Protecciones contra sobrecorriente**

Debido a los numerosos problemas que han tenido ya sea por, sobrecorrientes presentes en un sistema, como una sobrecarga, deben de tener una medida de protección la cual va ayudar que hagan respectivamente el despeje para protegerlo. Las protecciones de sobrecorriente son para conductores y para los equipos, con esto su función es de interrumpir el correspondiente circuito eléctrico y además detectan si la temperatura se excedió y si es peligrosa para un conductor o un aislante [20].

##### **2.2.7.1. Protección instantánea**

La protección instantánea es más precisa siempre y cuando la impedancia este centrada en todos los equipos del SEP y además sea mayor que la fuente suministrada. Ayuda también para los equipos que se encuentren dañados y son encargados de la corriente[21].

También con respecto al relé y su funcionamiento se puede ajustar el tiempo a nuestra conveniencia esto para arreglar una falla. También tiene un intervalo va hacer de 10 a 60 milisegundos eso con respecto a los tiempos de operación.

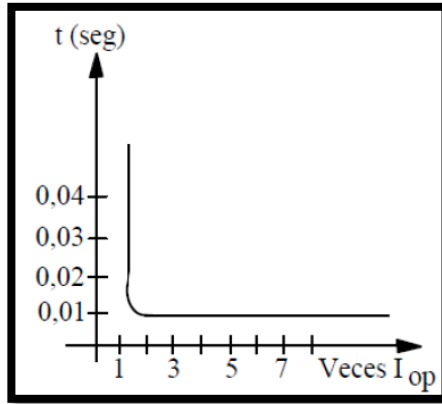


FIGURA 14: CURVA DE PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE INSTANTÁNEA.

### 2.2.7.2. Protección tiempo definido

Se trata de la combinación de una función que es instantánea con respecto a un parámetro de temporizador o de tiempo para así buscar cual es el retardo que se requiere. Solo operara cuando la sobrecorriente supera el ajuste de tiempo en otro caso no actúa el relé. Además, el tiempo se ajustará 10 veces con respecto a la intensidad en la que opera, y en algunos casos es utilizado al momento de ajustar el tiempo de la corriente de arranque que afecta al sistema[21].

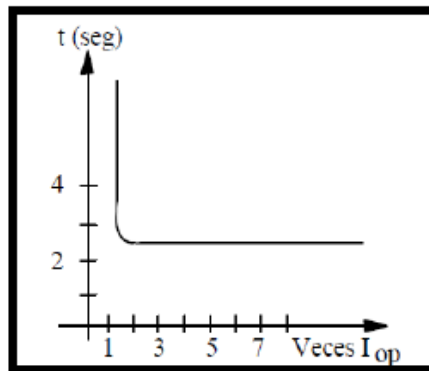


FIGURA 15: CURVA DE PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE TIEMPO DEFINIDO.



### 2.2.7.3. Protección sobrecorriente tiempo inverso (Función 51)

En este caso va actuar cuando el tiempo en inverso sea menor a la corriente que se va a emplear y en ese caso la operación del relé va actuar en menor tiempo. Este dispositivo de protección es utilizado normalmente para los equipos del SEP el mismo que pueden ser: transformadores, generadores, líneas entre otros. Por tal razón existen curvas de tiempo inverso el mismo que presenta similitud con el tiempo de operaciones[21].

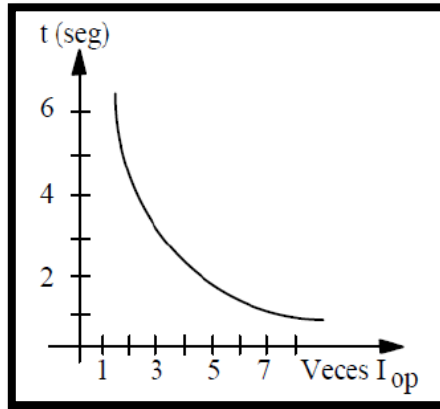


FIGURA 16: CURVA DE PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE TIEMPO INVERSO.

### 2.2.8. Fallas en las líneas.

Entre las **fallas** se presentan las siguientes:

- Cortocircuitos.
- Apertura de conductores.
- Fases abiertas
- Pérdida de excitación en máquinas sincrónicas.
- El tipo más frecuente y peligroso de falla es la de cortocircuito, que origina un aumento considerable de corriente y reduce los voltajes en los elementos del sistema, lo que puede ocasionar daños en los equipos por sobrecalentamiento y afectar la operación normal de los consumidores por bajo voltaje. [22]

### 2.2.8.1. Tipos de Falla por Cortocircuito

#### 2.2.8.1.1. Fallas Simétricas

- **Cortocircuito trifásico simétrico**

Esta falla es muy poco probable que ocurra en manera de porcentaje es tan solo un 2% hablando de fallas en general, pero, aunque es poco probable que ocurra si llega a ocurrir estaría con un alto nivel de sobrecorriente, la misma involucraría a las 3 fases.[23]

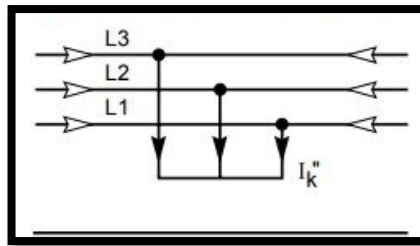


FIGURA 17: FALLA TRIFÁSICA.

#### 2.2.8.1.2. Fallas Asimétricas

Estas fallas solo involucrarían tanto a una fase como a dos, se presentarían también un desbalance entre las tres líneas de fase.

- **Cortocircuito entre fases**

En el caso de cortocircuito entre fases como se indicó está van a estar implicadas dos fases, sin tener que intervenir la tierra, pero para que ocurra esta falla solo tendrá de manera global de fallas un 8% tan solo.[23]

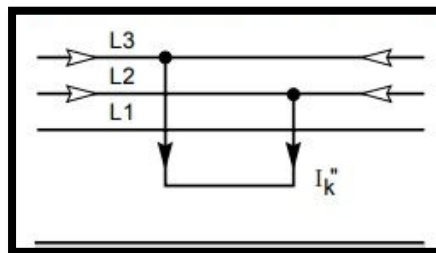


FIGURA 18: FALLA BIFÁSICA A TIERRA.

- **Cortocircuito entre fases con tierra**

A diferencia con la falla anterior en este caso no solo van a estar implicadas dos fases, sino que también va a estar la tierra, pero también tiene un porcentaje mínimo para que ocurra y tan solo es un 5% refiriéndonos de las fallas en general.[23]

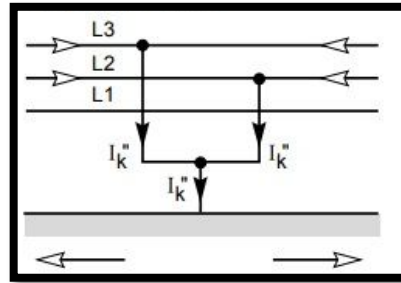


FIGURA 19: FALLA BIFÁSICA A TIERRA.

- **Cortocircuito Fase a tierra**

Este cortocircuito es el más común teniendo así el 85% de las fallas en general, esta falla se origina al momento de que se la sitúa a poca distancia de una subestación eléctrica, además es implementada para el modelo de malla a tierra de la misma. [23]

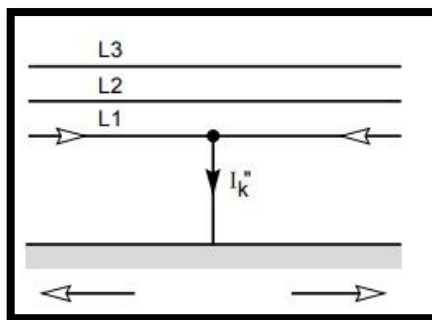


FIGURA 20: FALLA MONOFÁSICA A TIERRA.

### 2.3. Maleta CMC 356 OMICRON

El CMC 356 es un equipo de inyección de corriente para pruebas de todo tipo de equipos de protección, tiene integrado seis potentes fuentes de corriente de modo trifásico hasta 64 A / 860 VA, esto permite que el equipo pueda probar hasta relés de alta carga[1].



FIGURA 21: EQUIPO DE INYECCIÓN CMC 356 OMICRON. FUENTE: [1]

## CAPÍTULO 3

### 3. PRÁCTICAS PROPUESTAS CON MALETA INYECCIÓN CMC 356 OMICRON

#### 3.1. Práctica I

##### 3.1.1. Tema

Identificación del módulo de pruebas de generación

##### 3.1.2. Objetivo general

- Conocer todos los elementos de control, fuerza y maniobra del módulo de protección de sistemas de generación.

##### 3.1.3. Objetivo específico

- Conocer el funcionamiento de cada uno de los elementos que interviene en un sistema de generación

##### 3.1.4. Duración

Tiempo estimado 2 horas.

##### 3.1.5. Marco teórico

###### 3.1.5.1. Transformador de potencia de subestación de 69 Kv.

Es un equipo eléctrico cuya función es transformar la tensión de alta a media o viceversa en corriente alterna, teniendo una frecuencia constante, estas máquinas eléctricas son utilizadas en subestaciones eléctricas ya sean elevadoras o reductoras. Son aplicados en industrias con centrales de generación de energía y grandes consumidores.

Básicamente se fundamenta en la inducción electromagnética, y está formado por dos bobinas devanadas sobre un núcleo de hierro silicio [3].



FIGURA 22: TRANSFORMADOR DE POTENCIA 2.5 MVA. FUENTE: [3]

### 3.1.5.2. Interruptor de potencia

La función de este equipo es la desconexión del sistema eléctrico o de alguna carga, ya sea trabajando a máxima capacidad o trabajando al vacío. El interruptor de potencia tiene dos tipos de accionamiento, el manual o el que es accionado por la señal de un relé de protección cuya función es mantener el sistema eléctrico con un correcto funcionamiento.



FIGURA 23: INTERRUPTOR DE POTENCIA SF6 TANQUE VIVO. FUENTE: [3]

### 3.1.5.3. Seccionador

El seccionador es un equipo con un parecido a una cuchilla de puesta a tierra que son accionadas de manera manual cuando están sin energía. Por precaución al realizar maniobras de operación, los mecanismos de transmisión y control se enclavan deshabilitando la operación de los seccionadores. Las cuchillas de puesta a tierra son maniobradas sí y solo sí el seccionador se encuentra abierto, por lo que existen bloqueos en los tableros de control, evitando de esta manera accidentes a causa de operaciones anormales.



FIGURA 24: SECCIONADOR 69 KV. FUENTE: [3]

### 3.1.5.4. Transformador de corriente

El transformador de corriente o TC's es usado para conseguir una corriente baja, pero conforme a la que circula en una línea viva. Habitualmente estas corrientes son muy altas como para que vaya directo a equipos de medición, por lo que estos equipos reducen la intensidad a casi todos los equipos, normalmente a 5 amperios según la relación con el transformador.[24].



FIGURA 25: TRANSFORMADOR DE CORRIENTE. FUENTE: [3]

### 3.1.5.5. Transformador potencial

Este elemento de instrumentación alimenta los aparatos de medición y protección conectados en el devanado secundario de una tensión menor, proporcional y ligeramente desfasados al que aparece en los terminales del devanado primario.



FIGURA 26: TRANSFORMADOR DE POTENCIAL. FUENTE: [3]



### 3.1.5.6. Relé de protección SEL 700G

Es un dispositivo que actúa como protector y es utilizado en los generadores industriales y de suministro de energía a diferentes empresas, además de que tienen presente un auto sincronizador, sin olvidar también los módulos flexibles que poseen entradas y salidas y sin olvidar las comunicaciones avanzadas.

Brinda protección en caso de falla a tierra debido al estator de 100% abarcando en total del devanado, también su configuración, su monitoreo del sistema es más rápido debido a que posee una pantalla táctil [11].



FIGURA 27: SEL 700G RELÉ DE PROTECCIÓN DE GENERADOR. FUENTE: [11]

### 3.1.5.7. Relé de protección SEL 751

Este dispositivo tiene como función proteger los alimentadores de las plantas industriales y como en el caso del SEL 700G a empresas que suministran energía, la función que realiza es en ofrecer la moderación del arco eléctrico, además de detectar las fallas con mayor eficacia. Este equipo además tiene presente una protección completa para los circuitos que son de divisiones radiales y también en bucle [25].



FIGURA 28: SEL 751 RELÉ DE PROTECCIÓN DE ALIMENTADOR. FUENTE: [25]

### 3.1.6. Condiciones de funcionamiento

Se realizará el reconocimiento de los elementos que han sido detallados, explicando como energizar, para encender todo el sistema de monitoreo, parametrización, señalización y funcionamiento de los equipos de protección.

### 3.1.7. Recursos utilizados

- Modulo didáctico de protección para sistemas de generación

## 3.2. Práctica II

### 3.2.1. Tema

Identificación del relé SEL 751.

### 3.2.2. Objetivo general

- Instalación y configuración del software “AcSELerator QuickSet” para realizar la comunicación con el relé SEL-751

### 3.2.3. Objetivos específicos

- Realizar la instalación del software en la laptop
- Realizar la comunicación con el relé SEL-751
- Reconocer los parámetros del relé SEL-751

### 3.2.4. Duración

Tiempo estimado 2 horas.

### 3.2.5. Marco teórico

#### 3.2.5.1. AcSELerator QuickSet

Crea diseños de dispositivos o sistemas con herramientas de visualización y gestión, todo esto con una confiabilidad muy alta.

Aumenta la productividad y mejora la colaboración para múltiples usuarios con un repositorio centralizado de información el cual permite que el equipo sea rápido y fácil de usar.[26]

### 3.2.6. Marco Procedimental

#### 3.2.6.1. Instalación del software AcSELerator QuickSet

1. Seleccionar el icono “Setup”

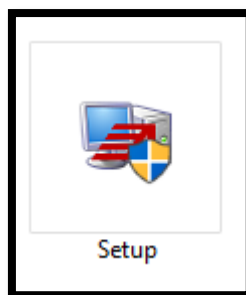
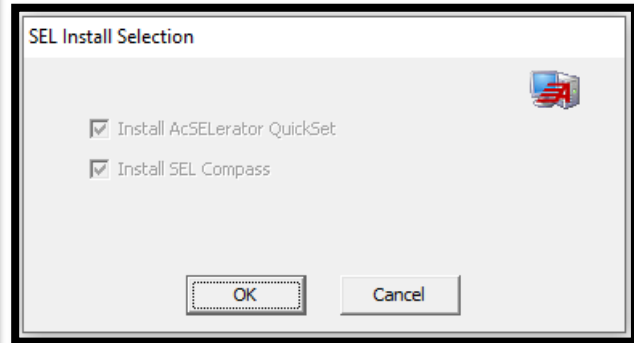
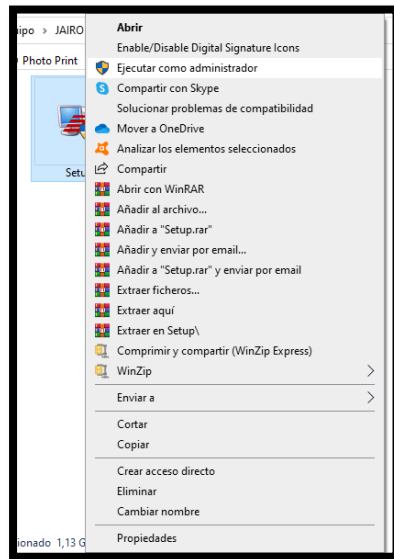
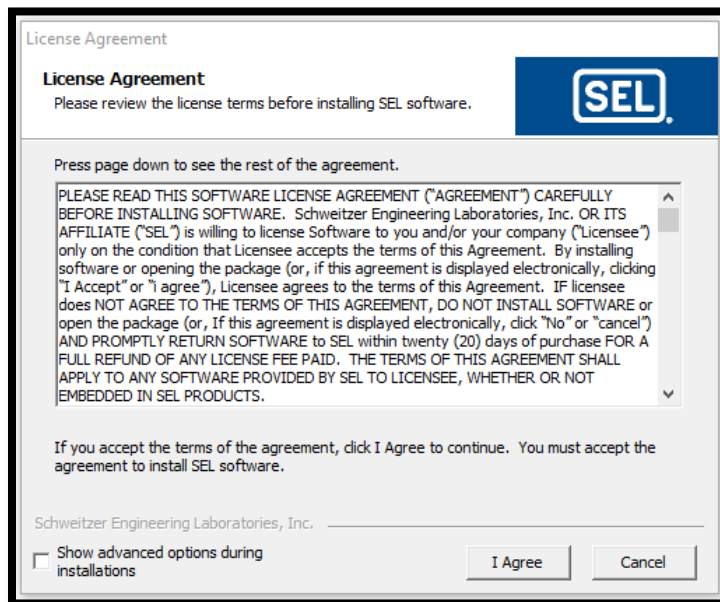


FIGURA 29: ICONO SETUP PARA INSTALACIÓN DE SOTWARE

2. Dar clic izquierdo al icono y ejecutamos como administrador. Damos clic en aceptar en todo



3. Dar en aceptar a la opción “License Agreement” y “Export Regulations” y esperamos hasta que termine la instalación del software.





4. Al finalizar la instalación, obtenemos los siguientes programas:

- SEL Compass
- AcSELERator QuickSet
- SEL SychroWAVE Event

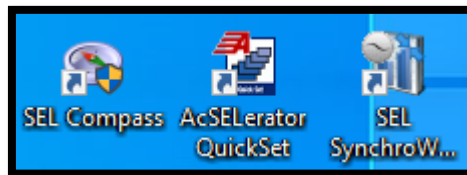
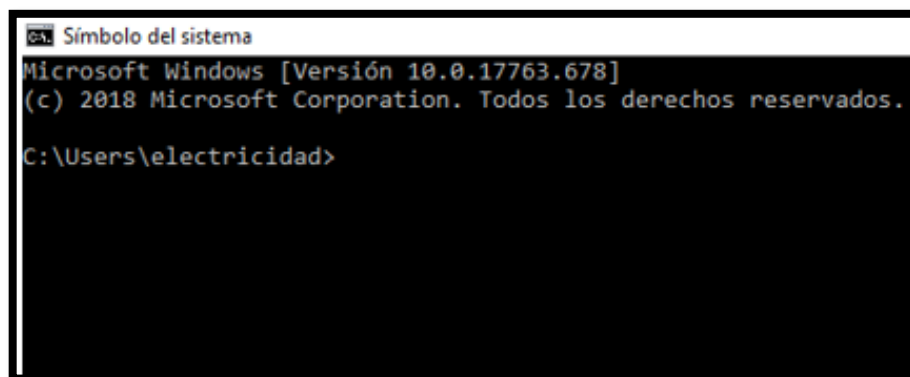


FIGURA 30: ÍCONOS DE SOFTWARES INSTALADOS

### 3.2.6.2. Comunicación del relé por medio del AcSELERator QuickSet

1. Buscar el programa “comand Windows”



2. Digitar el comando **“ipconfig”** para reconocer la ip del puerto ethernet de la computadora

```
Microsoft Windows [Versión 10.0.17763.678]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\electricidad>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de área local* 1:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de área local* 2:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de Ethernet Ethernet:

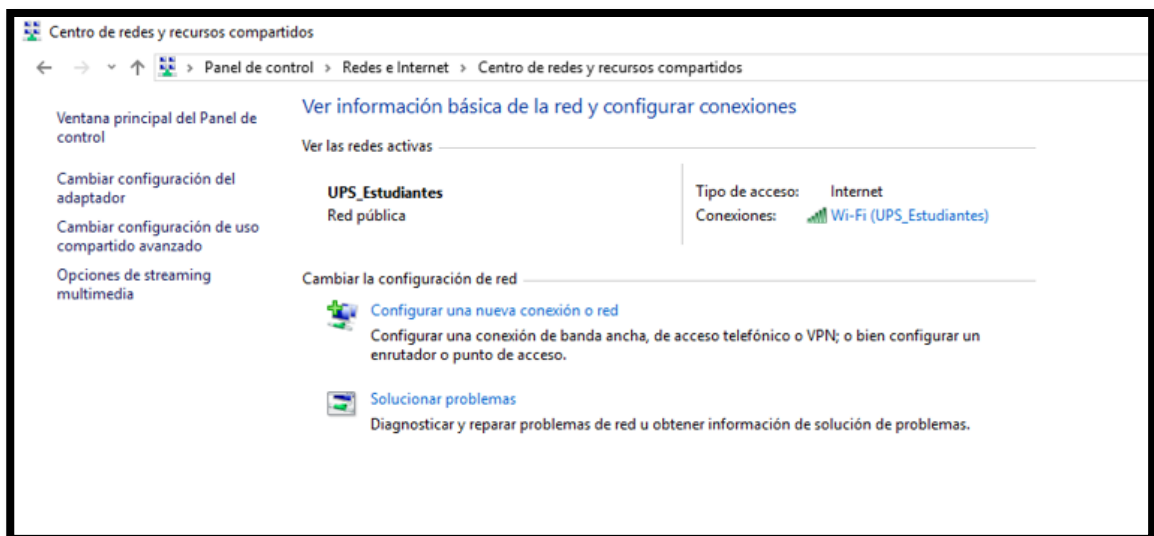
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . . : fe80::c5bd:e77b:1b2:b3b0%13
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.0.1
    Máscara de subred. . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada. . . . . :

Adaptador de LAN inalámbrica Wi-Fi:

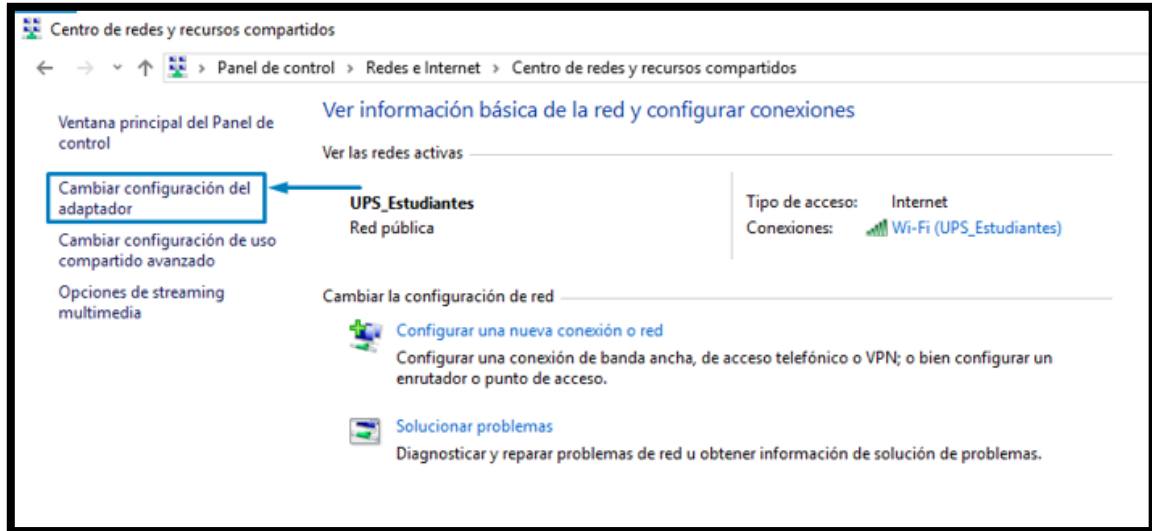
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . . : fe80::45b3:d7b7:c407:fc7c%5
    Dirección IPv4. . . . . : 172.18.50.174
    Máscara de subred. . . . . : 255.255.240.0
    Puerta de enlace predeterminada. . . . . : 172.18.48.1

C:\Users\electricidad>
```

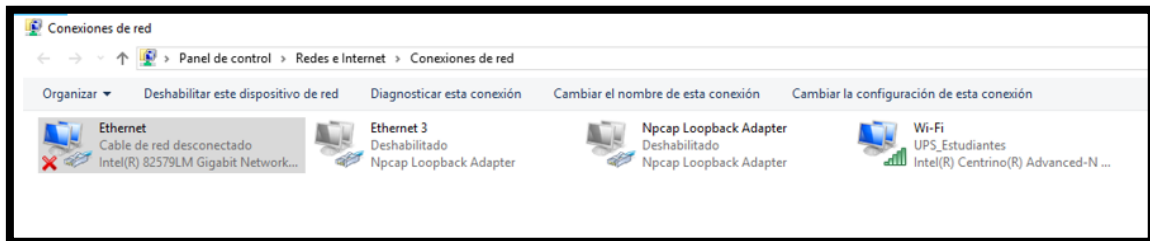
3. Buscar en panel de control la opción **“centro de redes y recurso compartidos”**



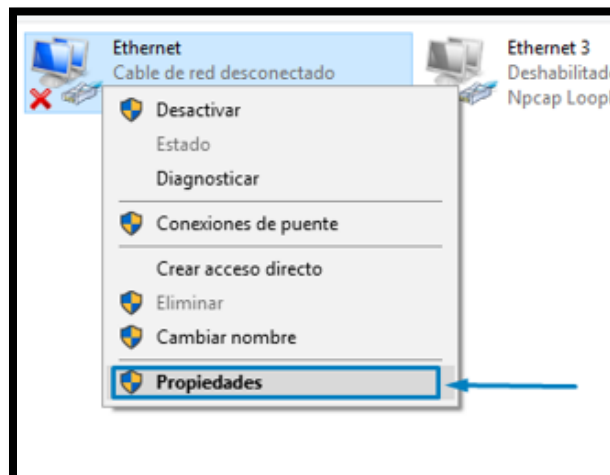
4. Escoger la opción **“cambiador de configuración del adaptador”**



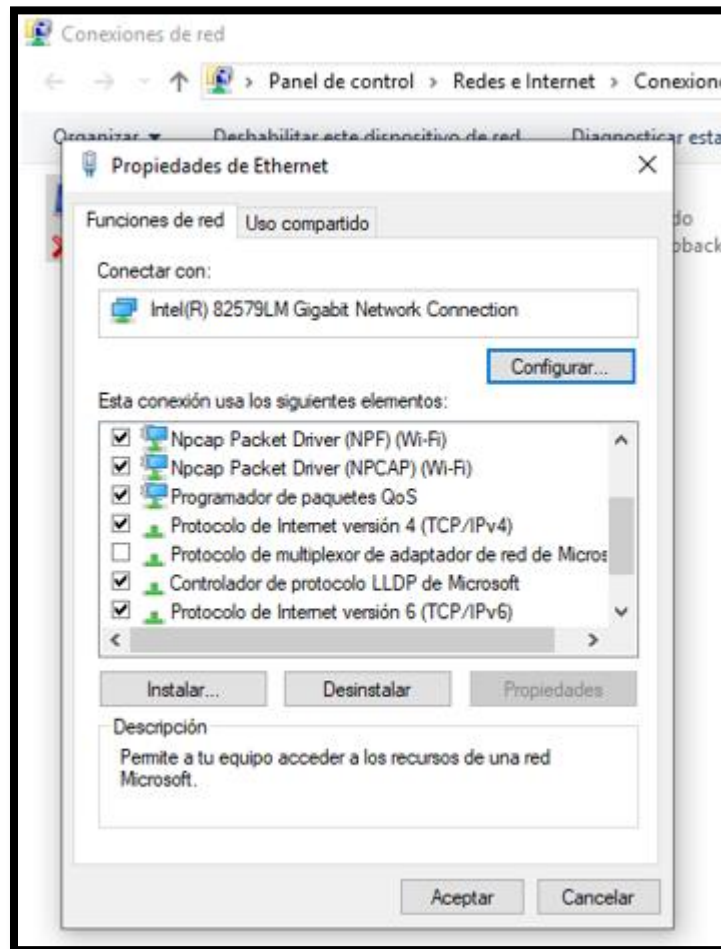
5. Observamos las conexiones de red del computador y seleccionamos la conexión “**Ethernet**”



6. Dar clic izquierdo y seleccionar la opción “**propiedades**”

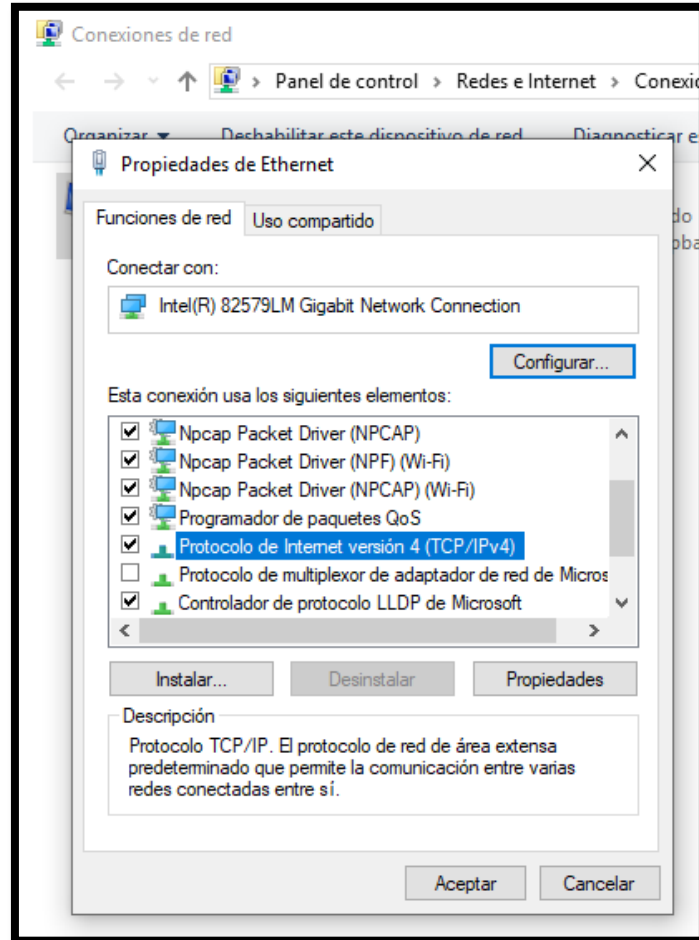


7. Se abre la ventana de “**propiedades de ethernet**”

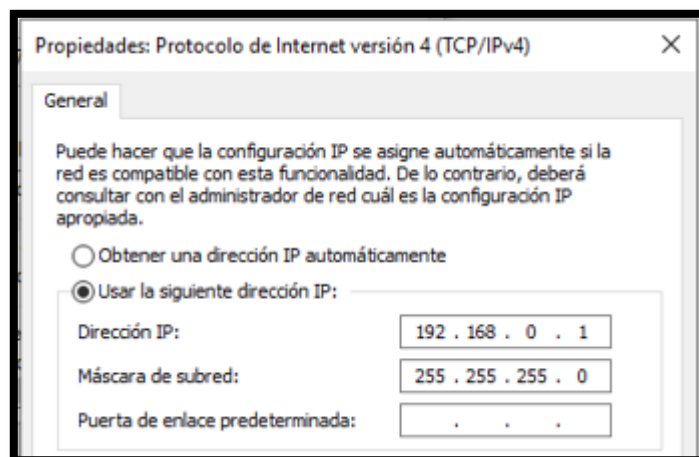


8. Buscar en la ventana de propiedades de ethernet la opción “**IPv4**” y seleccionarlo,





9. Digitar la nueva ip cercana al ip del relé :192.168.0.12



10. Para comprobar la ip modificada, digitamos la nueva ip (192.168.0.1) en el programa comand Windows.

```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.17763.678]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\electricidad>ping 192.168.0.1

Haciendo ping a 192.168.0.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
              Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\electricidad>
```

11. Abrir el programa “AcSELerator QuickSet”



FIGURA 31: ÍCONO DEL PROGRAMA ACSELERATOR QUICKSET

## 12. Seleccionar la opción “comunicación”

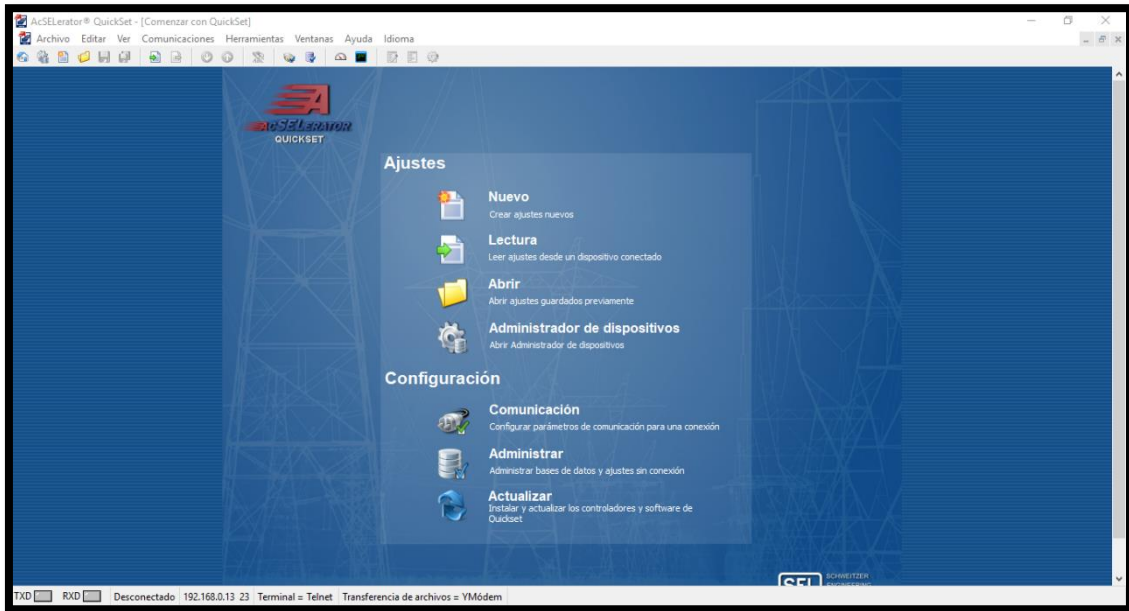
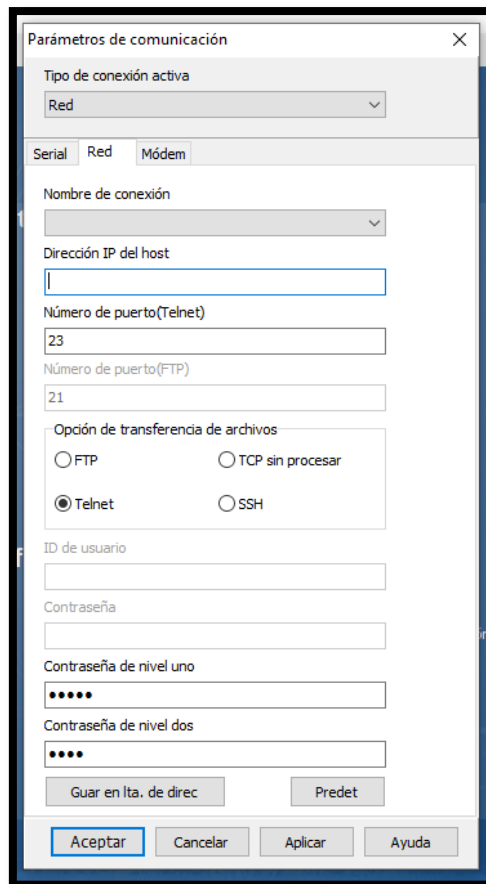


FIGURA 32: VENTANA PRINCIPAL DEL SOFTWARE ACSELERATOR

## 13. Se abre la ventana de comunicación y seleccionamos la opción “red”



14. Ingresar la ip del relé “192.168.0.12”

Parámetros de comunicación

Tipo de conexión activa  
Red

Serial Red Módem

Nombre de conexión

Dirección IP del host  
192.168.0.12

Número de puerto(Telnet)  
23

Número de puerto(FTP)  
21

Opción de transferencia de archivos  
 FTP  TCP sin procesar  
 Telnet  SSH

ID de usuario

Contraseña

Contraseña de nivel uno  
\*\*\*\*\*

Contraseña de nivel dos  
\*\*\*\*

Guar en Ita. de direc Predet

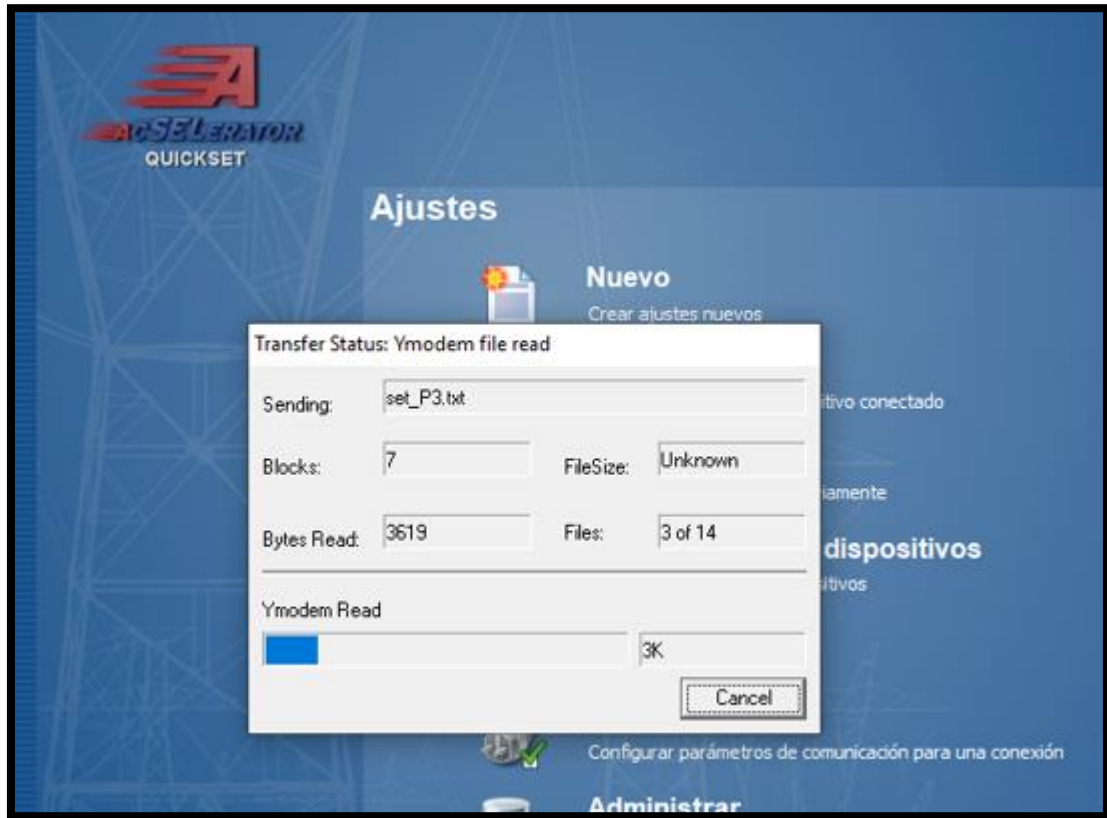
Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

15. Indicación de la conexión del relé con el programa.

TXD  RXD  Abrir: Conectado 192.168.0.12 23 Terminal = Telnet Transferencia de archivos = YMódem

FIGURA 33: INDICADOR DE CONEXIÓN DEL RELÉ CON EL PROGRAMA ACSELERATOR

16. Escoger la opción “Lectura”



17. Editor de ajuste para el relé SEL-751

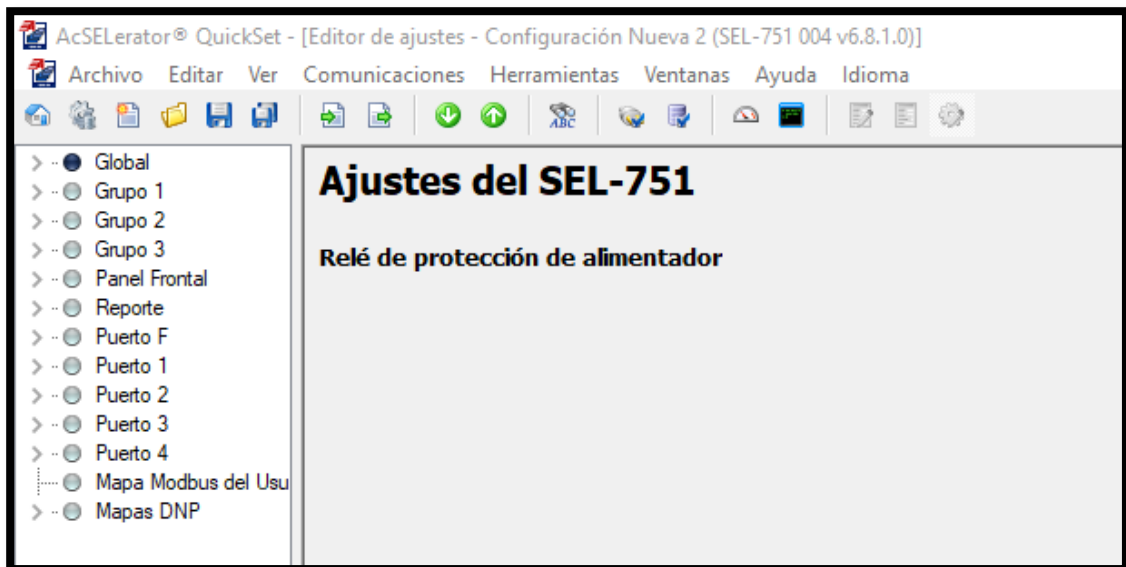


FIGURA 34: EDITOR DE AJUSTES SEL 751

### 3.2.6.3. Obtención de cuenta SEL para funciones

1. Ingresar a la página SEL: <https://selinc.com/es/> y dar clic en “iniciar sesión”

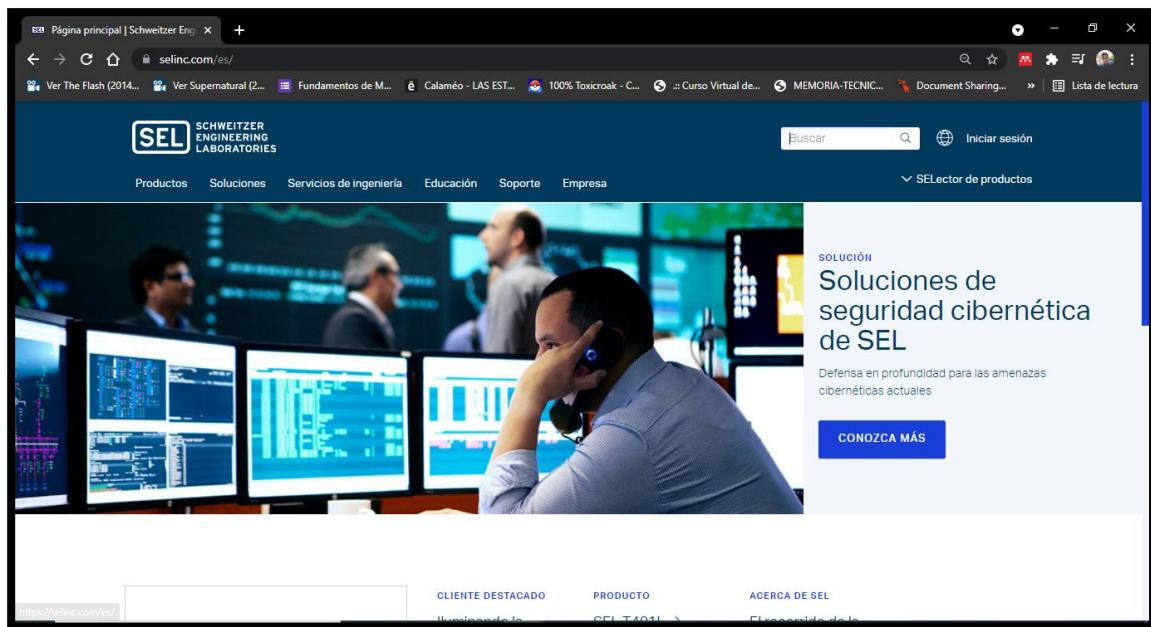


FIGURA 35: PANTALLA PRINCIPAL DE LA PÁGINA OFICIAL DE SEL

2. Escoger la opción “**crear cuenta mysel**”

A screenshot of the login and account creation form on the SEL website. The form is titled 'Iniciar sesión' and contains the following elements: a text input field for 'Correo electrónico' with the value 'jsolorzanop@est.ups.edu.ec'; a text input field for 'Contraseña' with masked characters; a blue button labeled 'INICIAR SESIÓN'; a checkbox for 'Mantener sesión abierta' with an information icon; a blue link for 'Contraseña olvidada'; a text input field for 'Don't have an account?'; a white button labeled 'CREAR CUENTA MYSEL'; and a white button labeled 'CANCELAR' at the bottom right.

3. Llenar los datos solicitados en la página web y utilizar el correo de universidad o de la institución

The image shows a web browser window displaying the registration page for 'mySEL' on the 'selinc.com' website. The page title is 'Crear cuenta mySEL'. The header includes the SEL logo (Schweitzer Engineering Laboratories) and a search bar. The main content area is titled 'Información de registro' and contains the following fields and text:

- Correo electrónico\***: A text input field with a placeholder '@ Correo electrónico'. Below it, a note states: 'Los dominios de correo web (Gmail, Hotmail, etc.) tienen un acceso reducido a los recursos. El uso de un correo electrónico específico de una empresa garantizará un procesamiento más rápido de la cuenta y un mejor acceso.'
- Contraseña\***: A text input field with a placeholder 'Contraseña'.
- Confirmar contraseña\***: A text input field with a placeholder 'Confirmar contraseña'.

At the bottom of the form, there is a section for 'Información de contacto'.

### 3.2.7. Recursos utilizados

- Computadora, Software AcSELerator QuickSet, cable de puerto red

## 3.3. Práctica III

### 3.3.1. Tema

Identificación del equipo CMC 356 OMICRON

### 3.3.2. Objetivo general

- Reconocer cada una de las funciones que nos entrega el software.

### 3.3.3. Objetivo específico

- Reconocer el uso del software Test Universe
- Reconocer los elementos del equipo OMICRON CMC 356

### 3.3.4. Duración

Tiempo estimado 2 horas.

### 3.3.5. Marco teórico

#### 3.3.5.1. Test Universe (Vista de la pantalla)

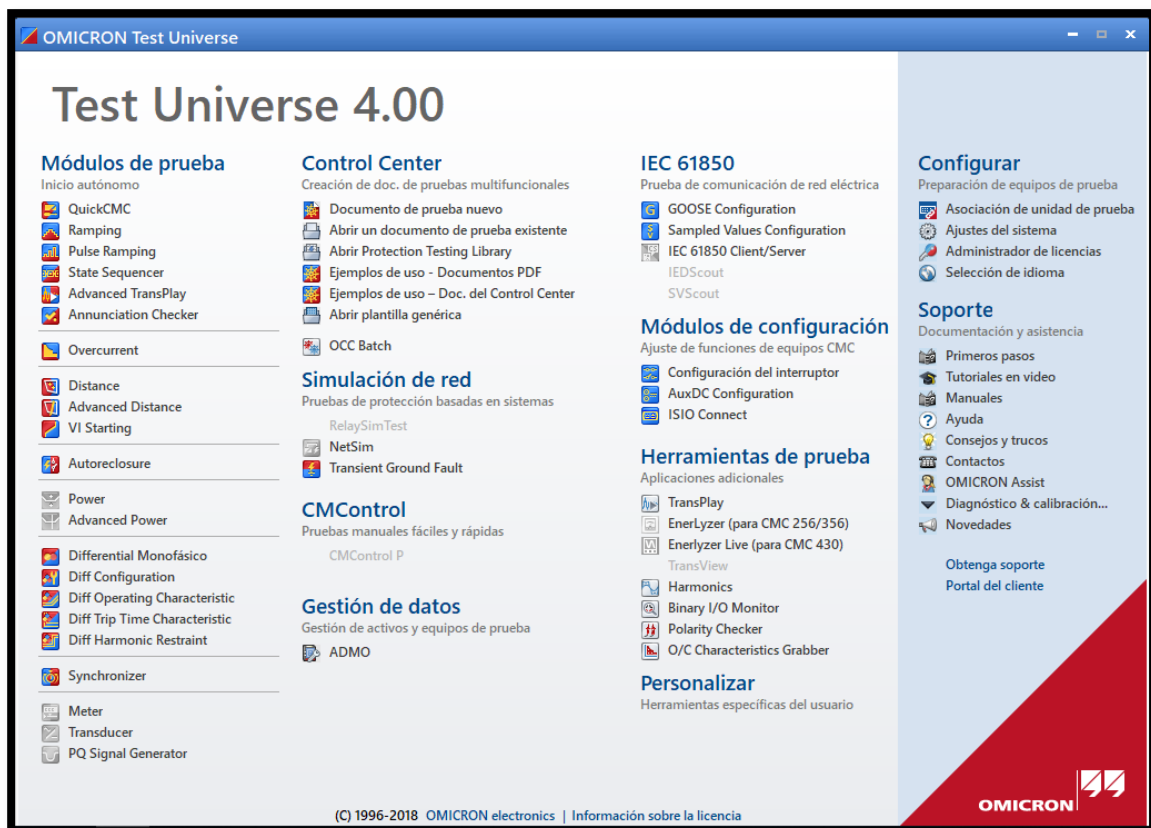


FIGURA 36: PANTALLA DE INICIO DEL TEST UNIVERSE. FUENTE:[27]



### 3.3.5.2. Quick CMC (Vista de la pantalla)

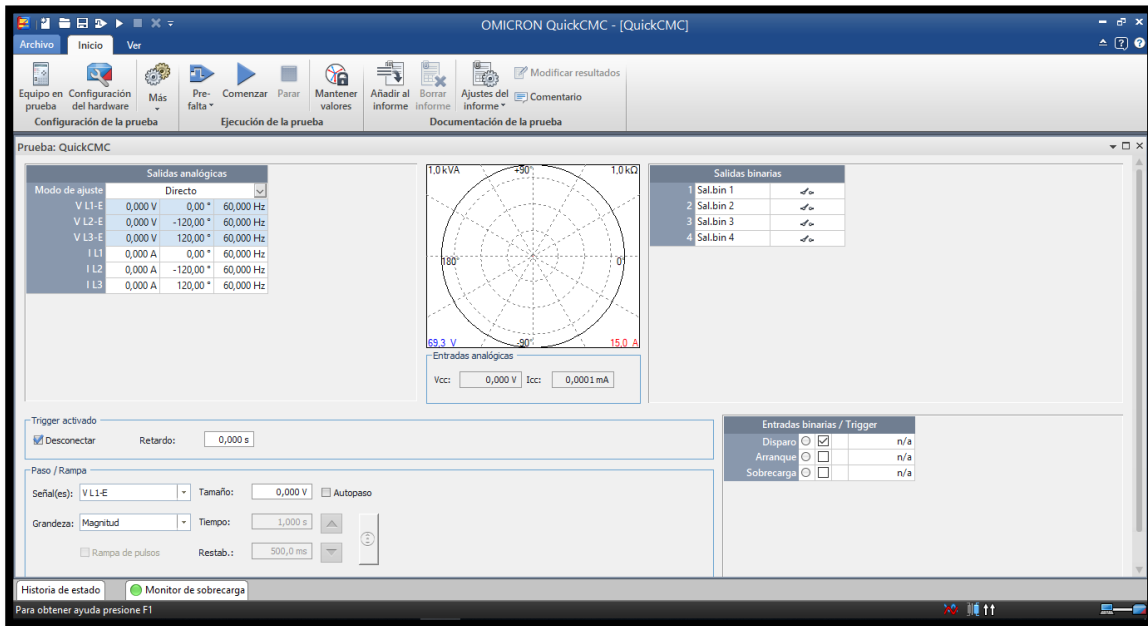


FIGURA 37: QUICK CMC. FUENTE: [27]

### 3.3.5.3. Ramping (Vista de la pantalla)

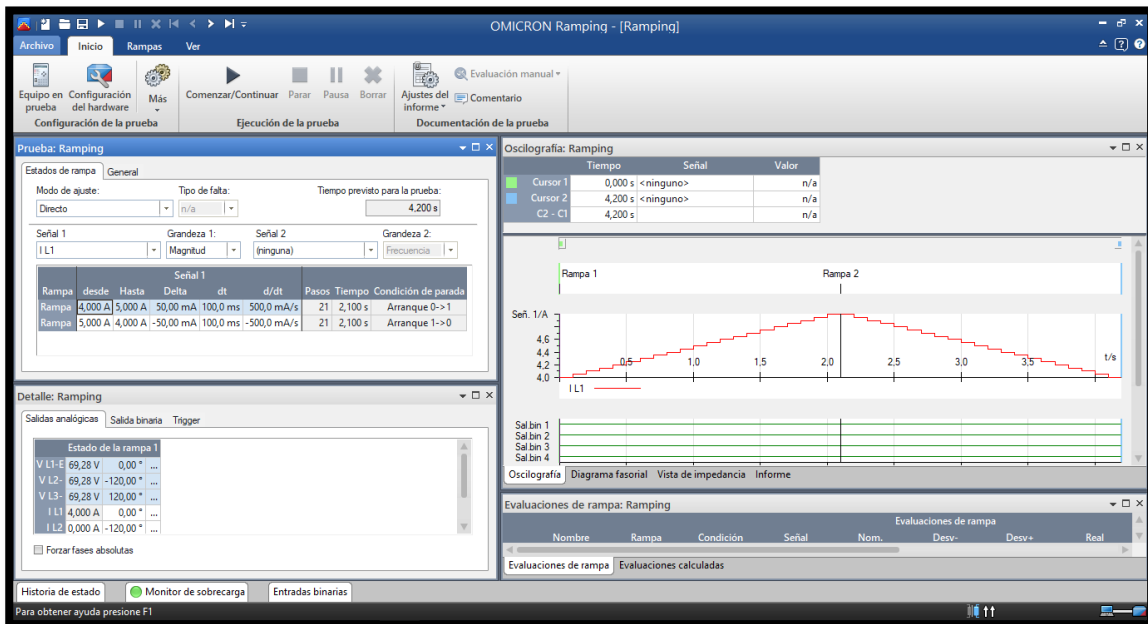


FIGURA 38: FUNCIÓN RAMPING. FUENTE: [27]

### 3.3.5.4. Pulse Ramping (Vista de la pantalla)

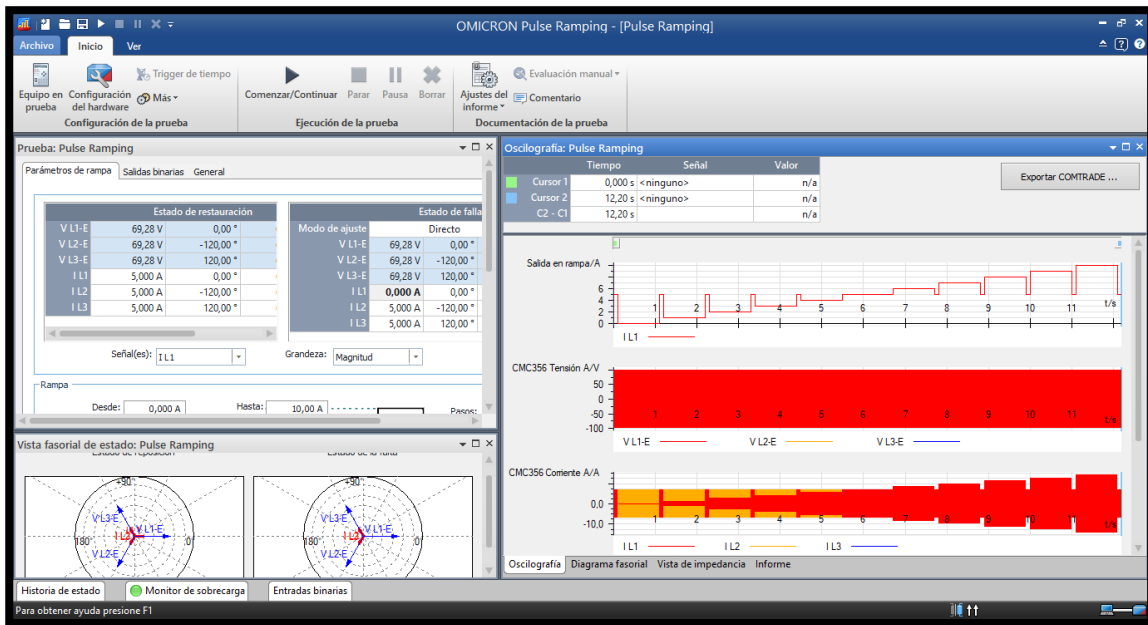


FIGURA 39: FUNCIÓN PULSE RAMPING. FUENTE: [27]

### 3.3.5.5. State Sequencer (Vista de la pantalla)

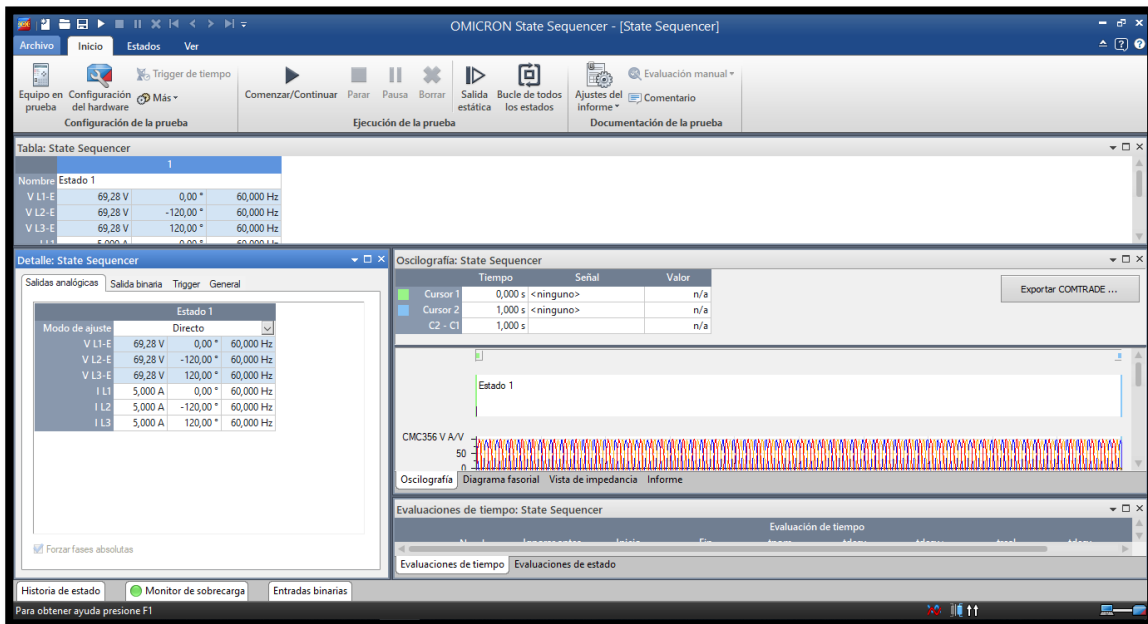


FIGURA 40: FUNCIÓN STATE SEQUENCER. FUENTE: [27]

### 3.3.5.6. Advanced Transplay (Vista de la pantalla)

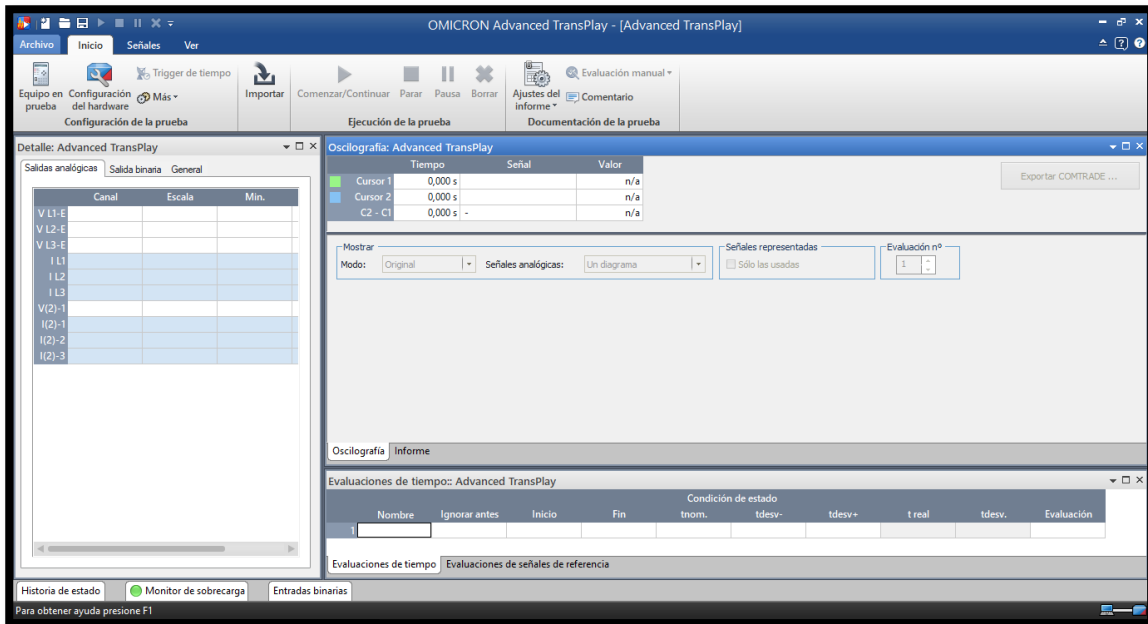


FIGURA 41: FUNCIÓN ADVANCED TRANSPLAY. FUENTE: [27]

### 3.3.5.7. Annunciation Checker (Vista de la pantalla)

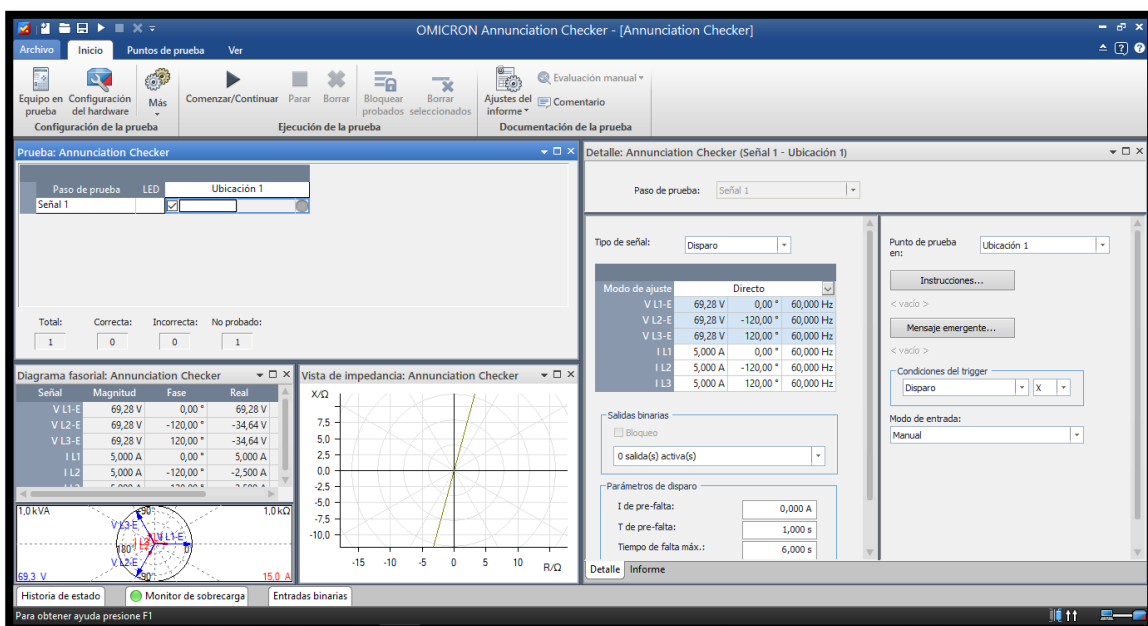


FIGURA 42: FUNCIÓN ANNUNCIATION CHECKER. FUENTE: [27]

### 3.3.5.8. Overcurrent (Vista de la pantalla)

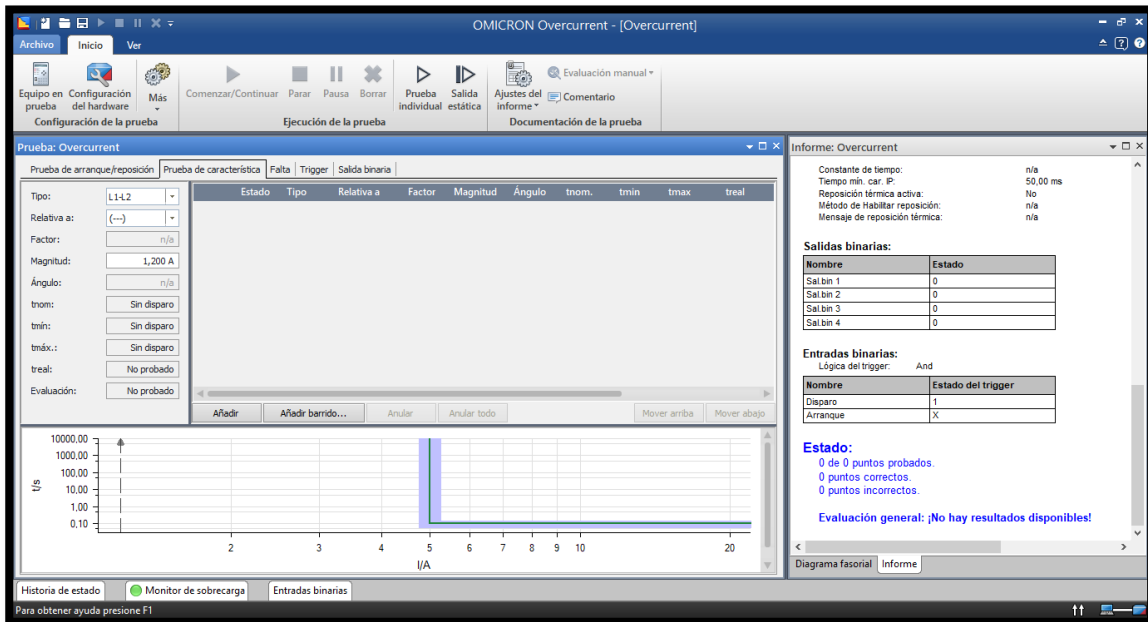


FIGURA 43: FUNCIÓN OVERCURRENT. FUENTE: [27]

### 3.3.6. Marco procedimental

#### 3.3.6.1. Instalación del Software Test Universe 4.00

1. Seleccionar el icono "setup" que se encuentra ubicado en el disco de la maleta Omicron CMC 356

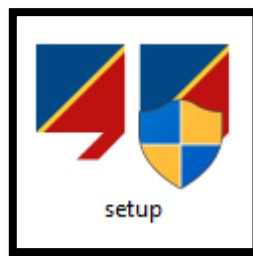
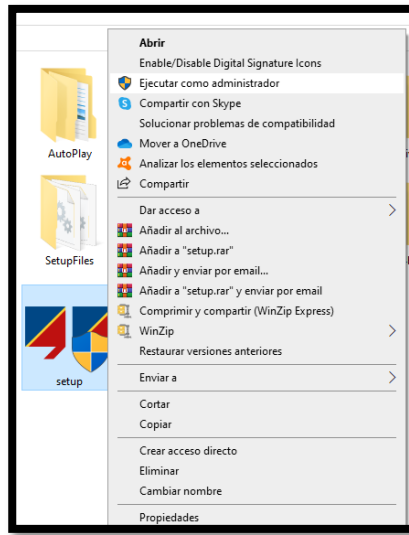


FIGURA 44: ÍCONO DEL SETUP PARA INSTALACIÓN DEL TEST UNIVERSE

2. Dar clic izquierdo al icono y ejecutar como administrador



3. Aceptar el permiso para instalar y aparecerá una ventana con el idioma



FIGURA 45: PANTALLA DE ELECCION IDIOMAS PARA EL PROGRAMA TEST UNIVERSE

4. Escoger el idioma “español” y avanzar con el proceso de la instalación

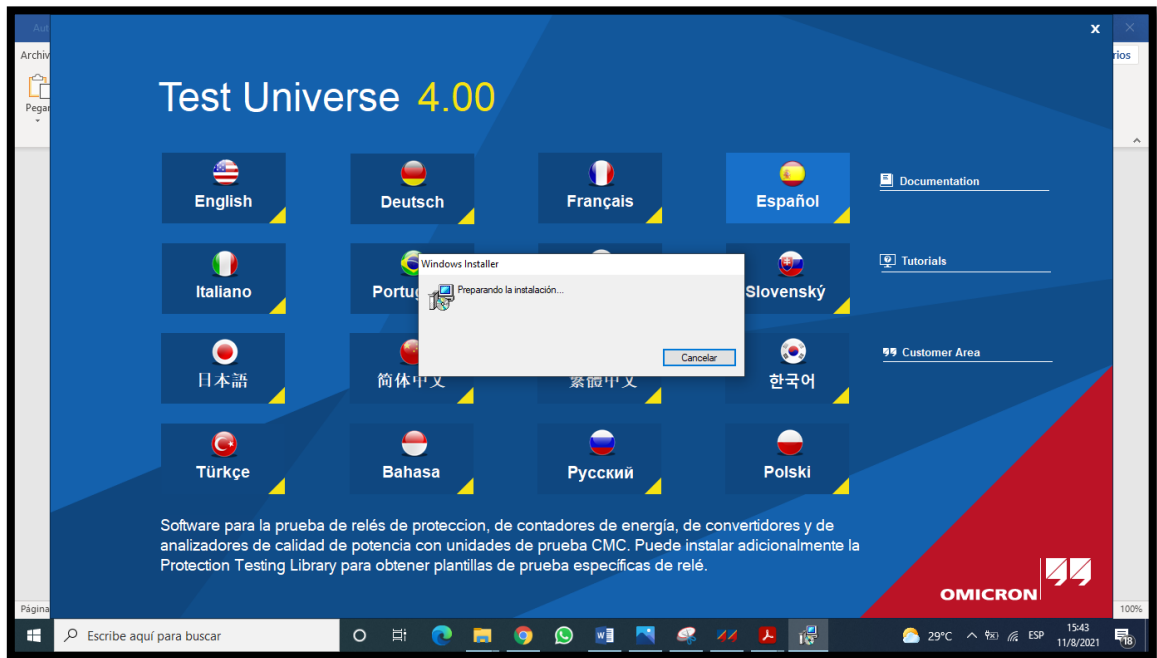


FIGURA 46: PANTALLA DE PREPARACIÓN DE INSTALACIÓN PARA EL PROGRAMA TEST UNIVERSE

5. Dar clic “siguiente” para avanzar en la instalación



6. Ingresar el nombre del usuario y la organización

OMICRON Test Universe 4.00 Setup

**Información del cliente**

Por favor, introduzca la información.

Nombre de usuario:

Organización:

InstallShield

< Atrás    Siguiete >    Cancelar

OMICRON Test Universe 4.00 Setup

**Información del cliente**

Por favor, introduzca la información.

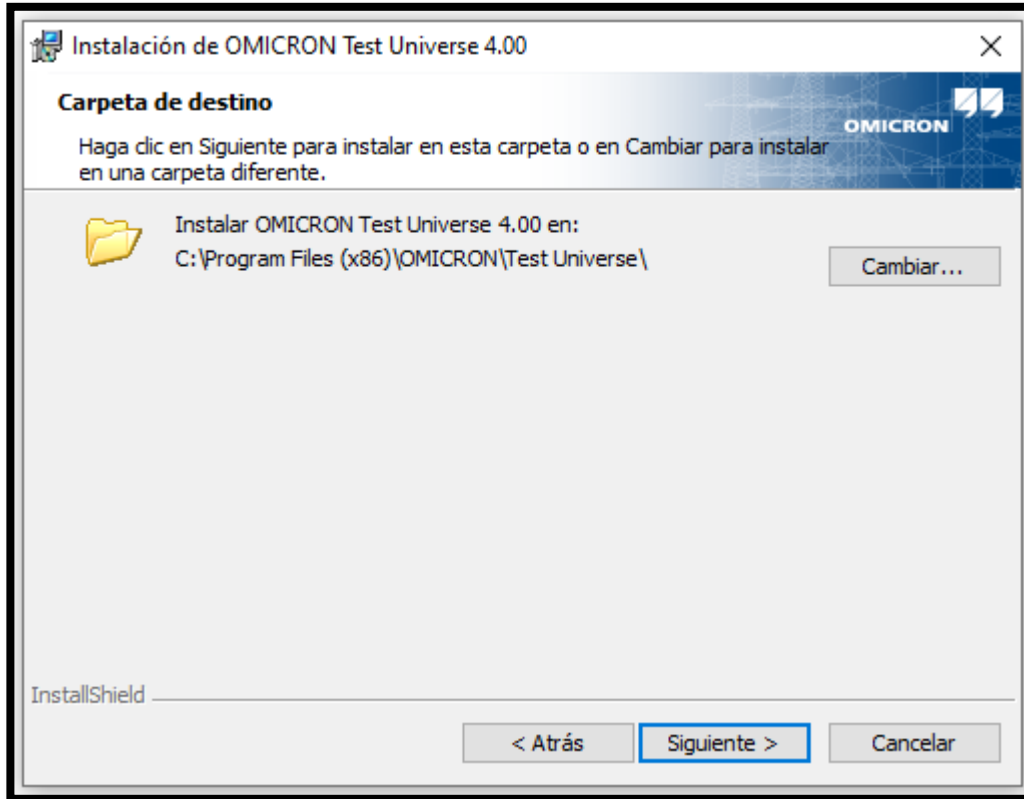
Nombre de usuario:  
Laboratorio Protecciones

Organización:  
UPS

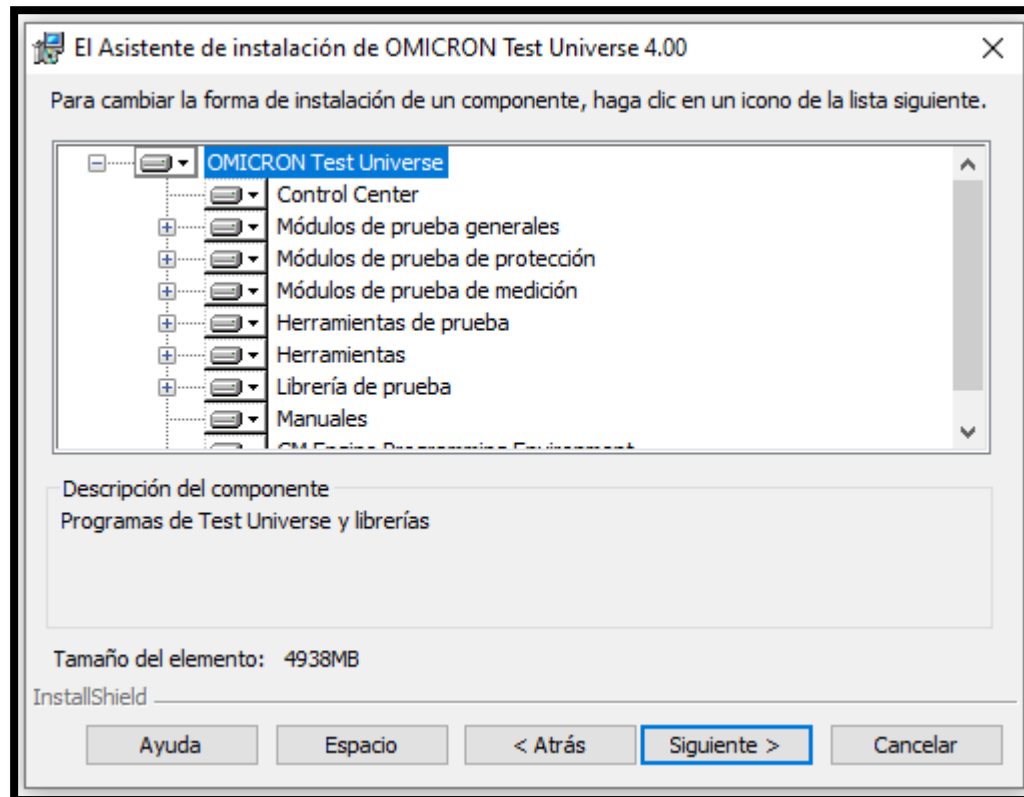
InstallShield

< Atrás    Siguiete >    Cancelar

7. Indicar la ubicación de carpeta de destino del programa

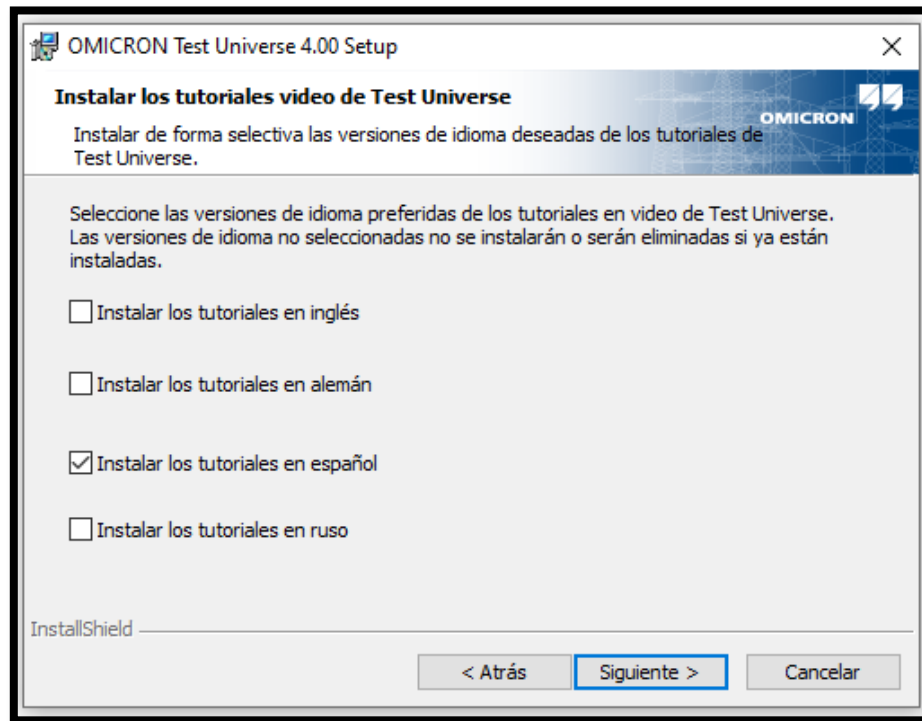


8. Detalles de las funcionalidades a instalarse en el software

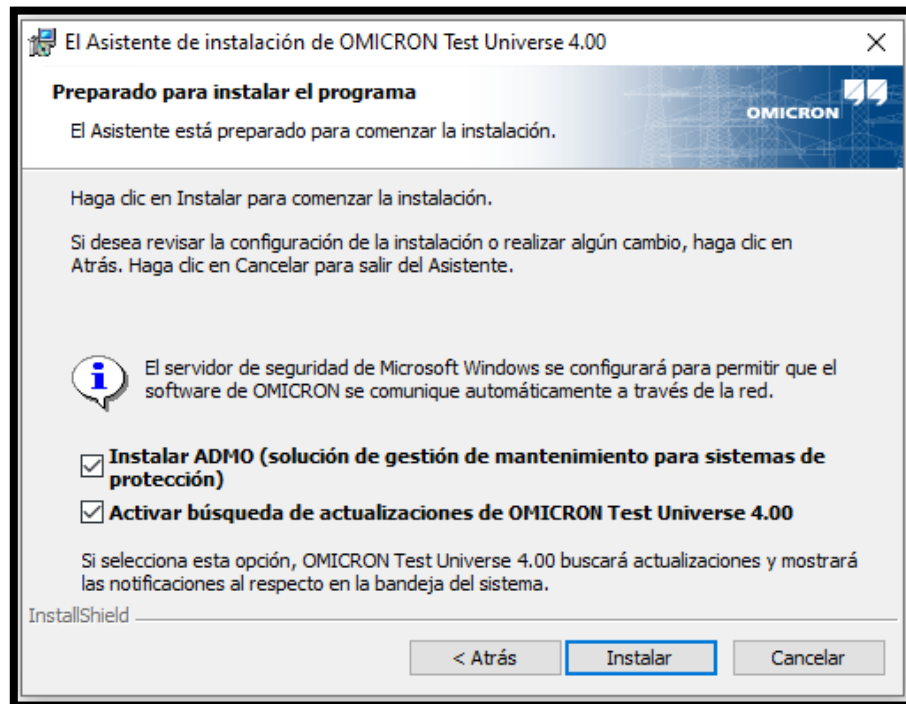




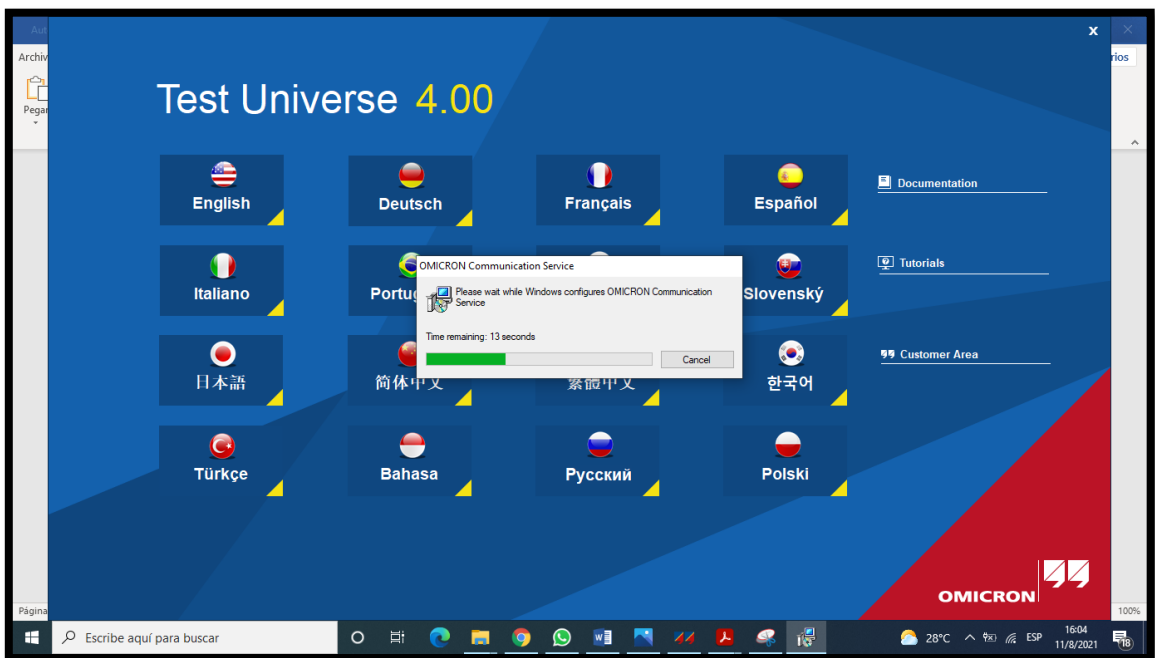
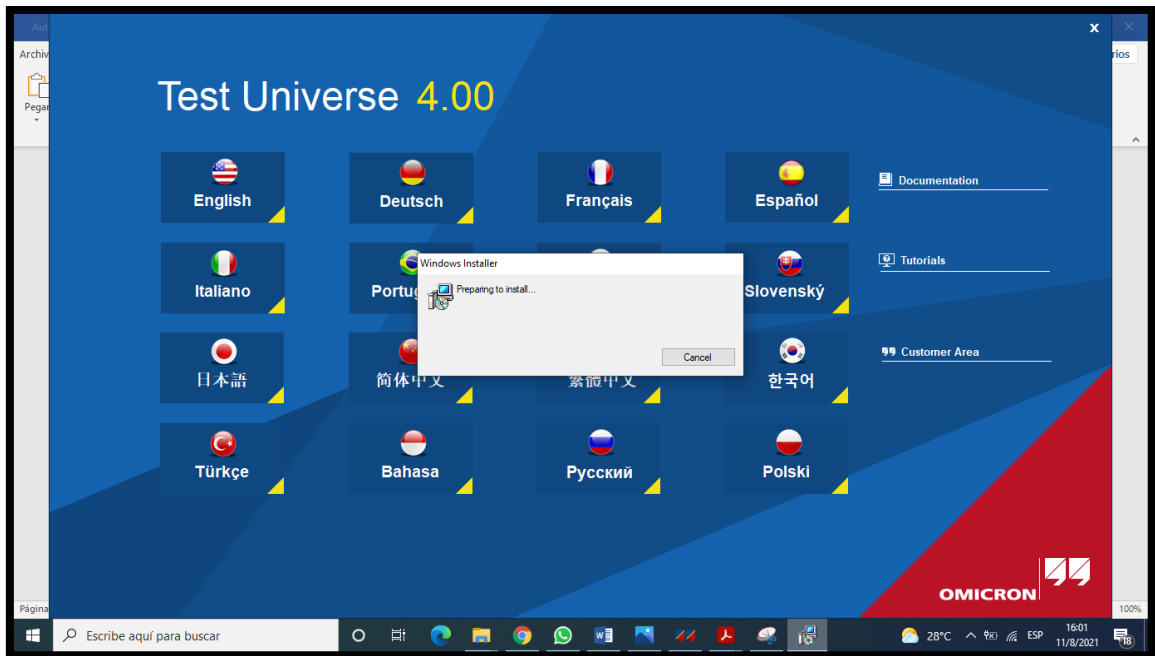
9. Aceptar instalar los videos tutoriales



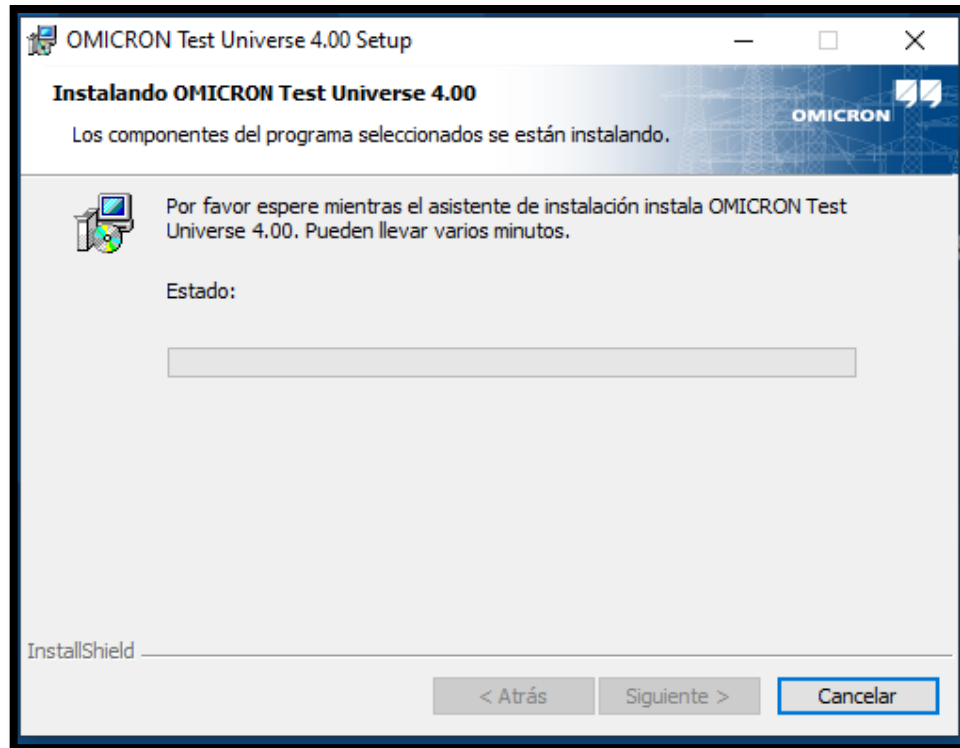
10. Aprobar las condiciones para empezar la instalación



## 11. Preparación de la instalación después de aprobar ciertas especificaciones



## 12. Proceso de la instalación del software



## 13. Finalización de la instalación del software



## 14. Obtención de los programas por la instalación del software

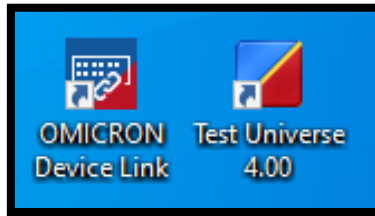


FIGURA 47: ÍCONOS DE LOS PROGRAMAS TEST UNIVERSE Y OMICRON

### 3.3.6.2. Comunicación de la Omicron con el test Universe

1. Conectar el equipo Omicron CMC 356 a la barra de puesta a tierra y energizarlo



FIGURA 48: PARTE POSTERIOR DE LA OMICRON



FIGURA 49: PARTE FRONTAL DE LA OMICRON CMC 356

2. Se realiza la conexión por puerto ethernet del equipo Omicron con la computadora

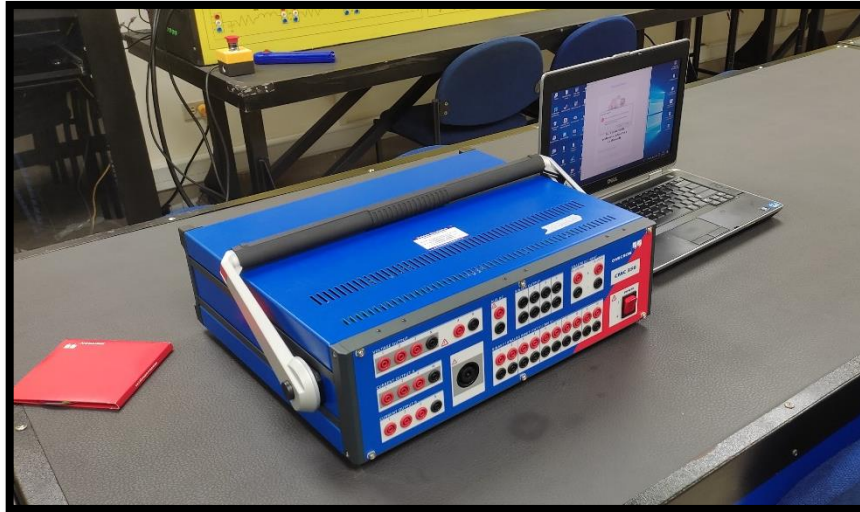
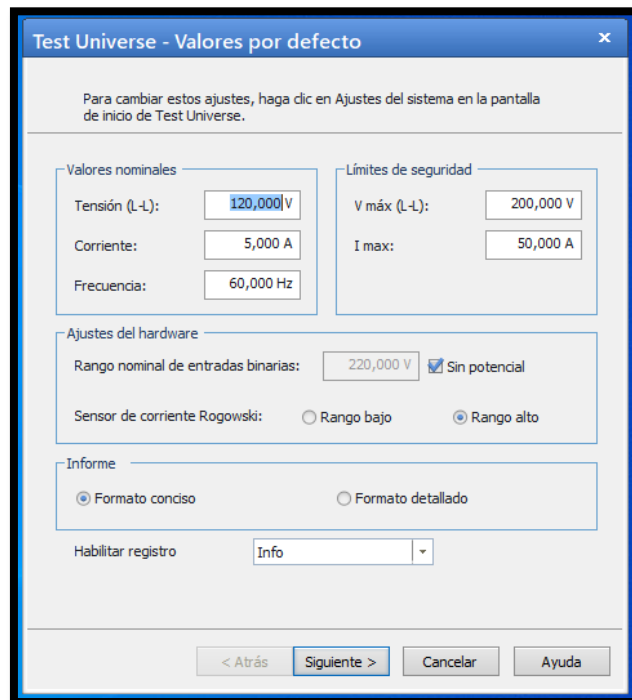


FIGURA 50: CONEXIÓN DEL EQUIPO OMICRON CON LA COMPUTADORA POR PUERTO ETHERNET

3. Al iniciar por primera vez la comunicación debemos establecer algunos parámetros por defecto



Test Universe - Valores por defecto

Para cambiar estos ajustes, haga clic en Ajustes del sistema en la pantalla de inicio de Test Universe.

Valores nominales		Límites de seguridad	
Tensión (L-L):	120,000 V	V máx (L-L):	200,000 V
Corriente:	5,000 A	I max:	50,000 A
Frecuencia:	60,000 Hz		

Ajustes del hardware

Rango nominal de entradas binarias: 220,000 V  Sin potencial

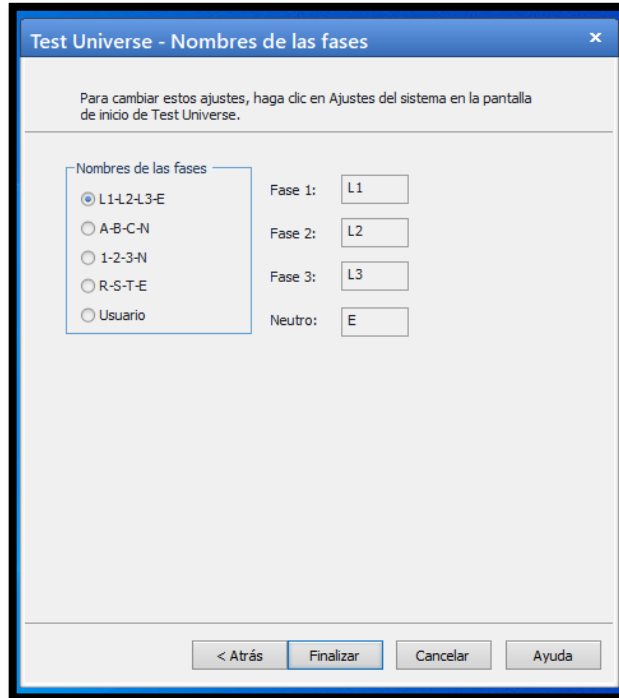
Sensor de corriente Rogowski:  Rango bajo  Rango alto

Informe

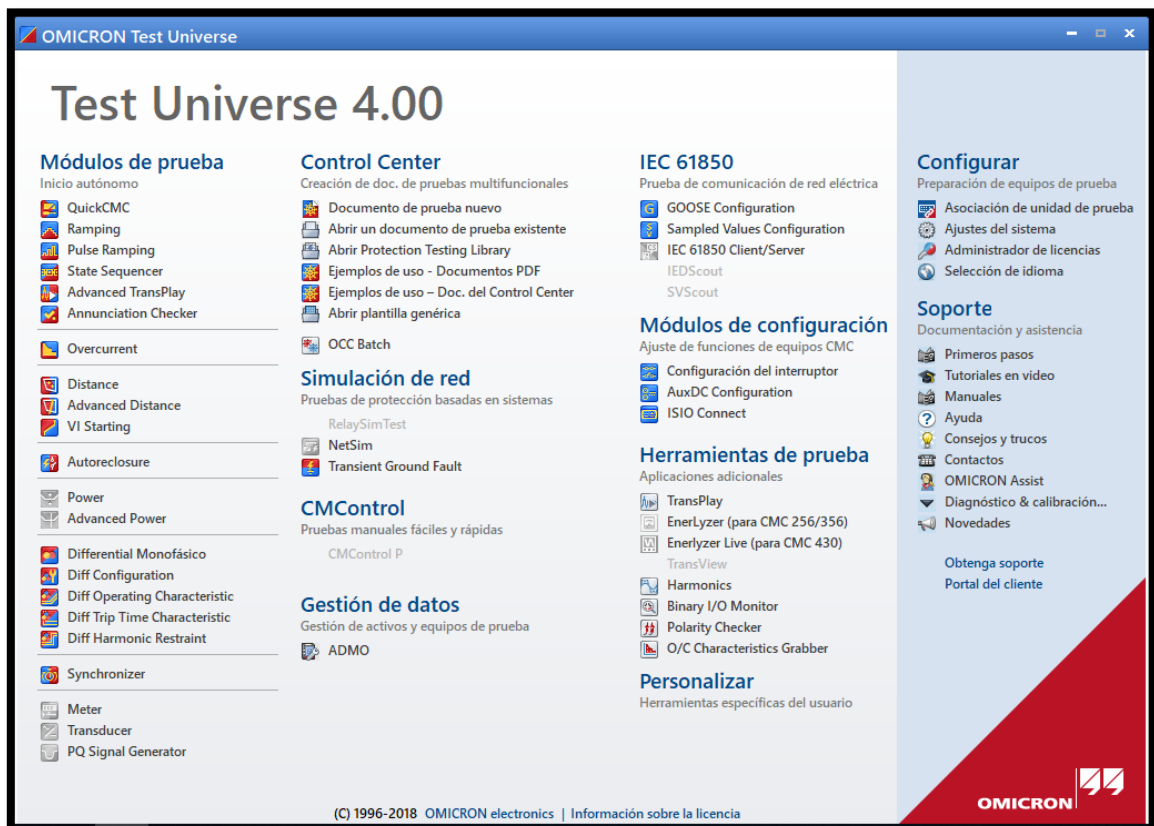
Formato conciso  Formato detallado

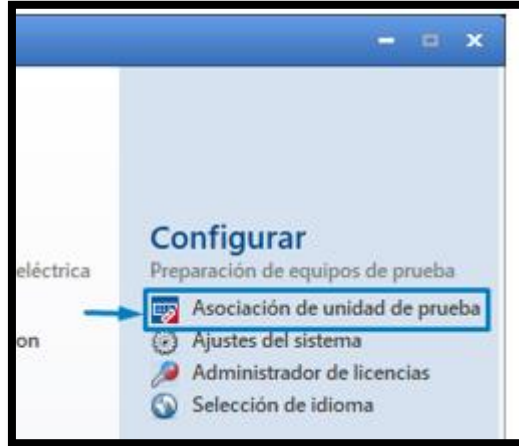
Habilitar registro: Info

< Atrás Siguiete > Cancelar Ayuda



4. Seleccionar la opción de “Asociación de unidad de prueba”, se encuentra ubicado en la parte de configurar





5. Se encontrará que el dispositivo no está asociado. Nos acercamos al equipo Omicron y en la parte de atrás tenemos un botón que indica “Associate”, lo presionamos para refrescar la conexión,

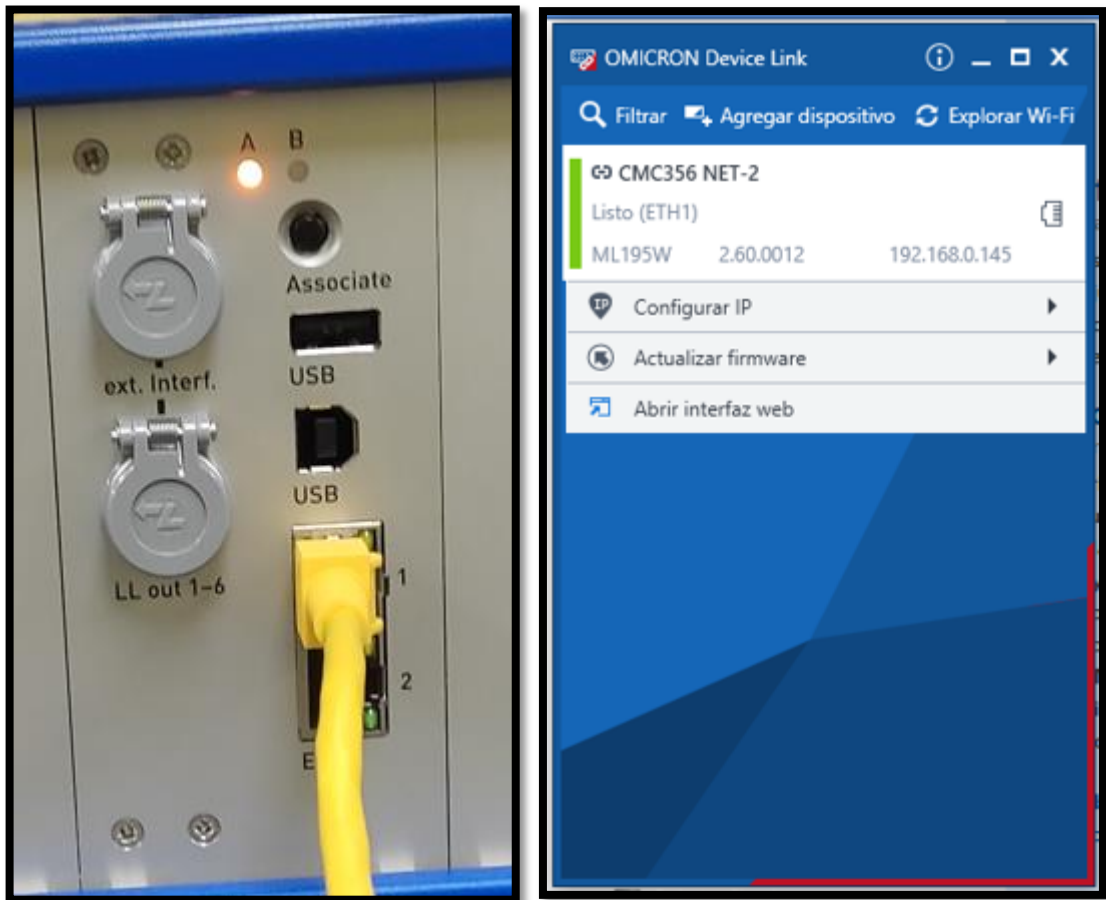


FIGURA 51: BOTON “ASSOCIATE” PARA REFRESCAR LA CONEXIÓN

### 3.3.6.3. Prueba de inyección de corriente y voltaje conectados con un multímetro en el equipo Omicron

1. Seleccionar “Quick CMC” para realizar la prueba de inyección.



FIGURA 52: PANTALLA PRINCIPAL DEL PROGRAMA TEST UNIVERSE

2. Ingresar valores de voltaje y corriente

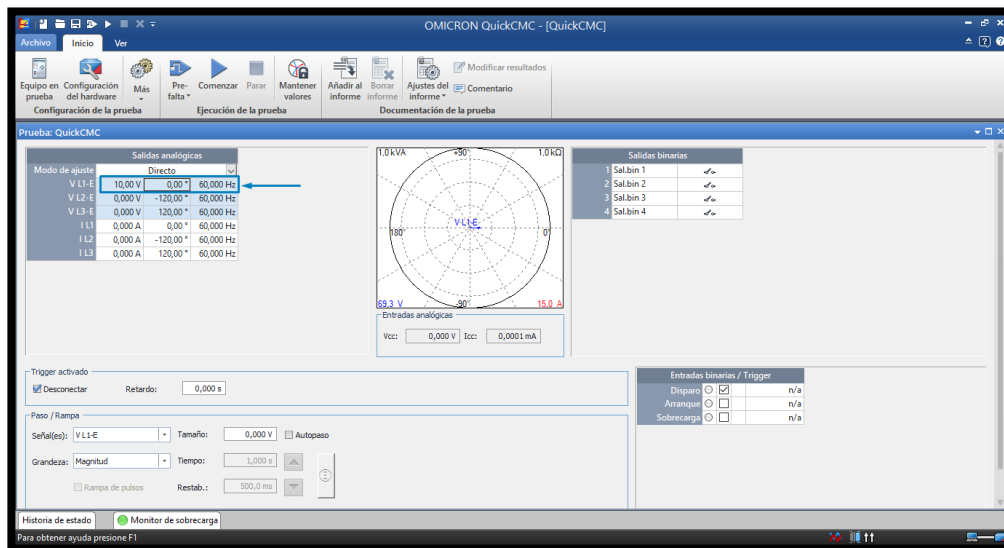


FIGURA 53: VENTANA DE PARÁMETROS DE VOLTAJE Y CORRIENTE EN QUICK CMC



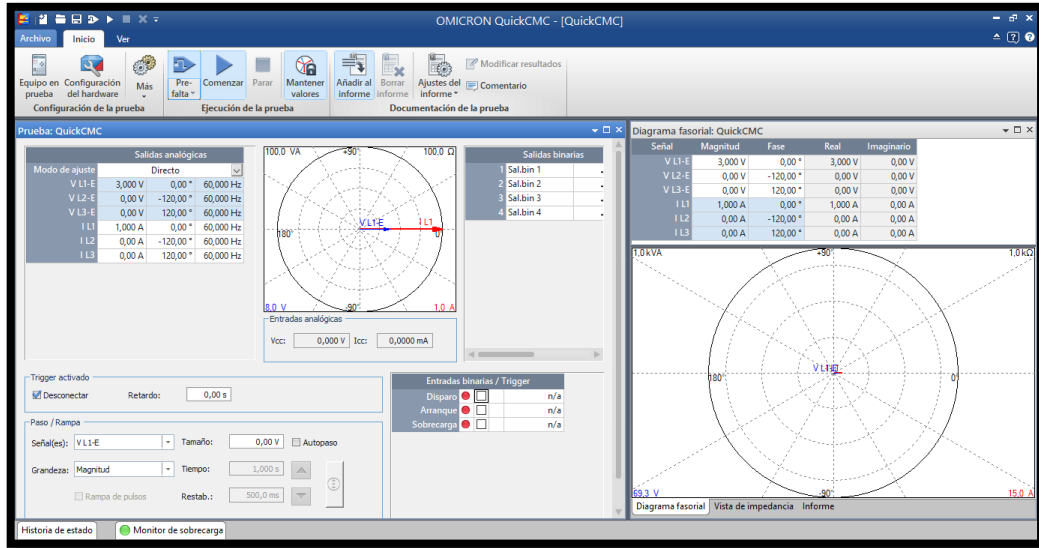
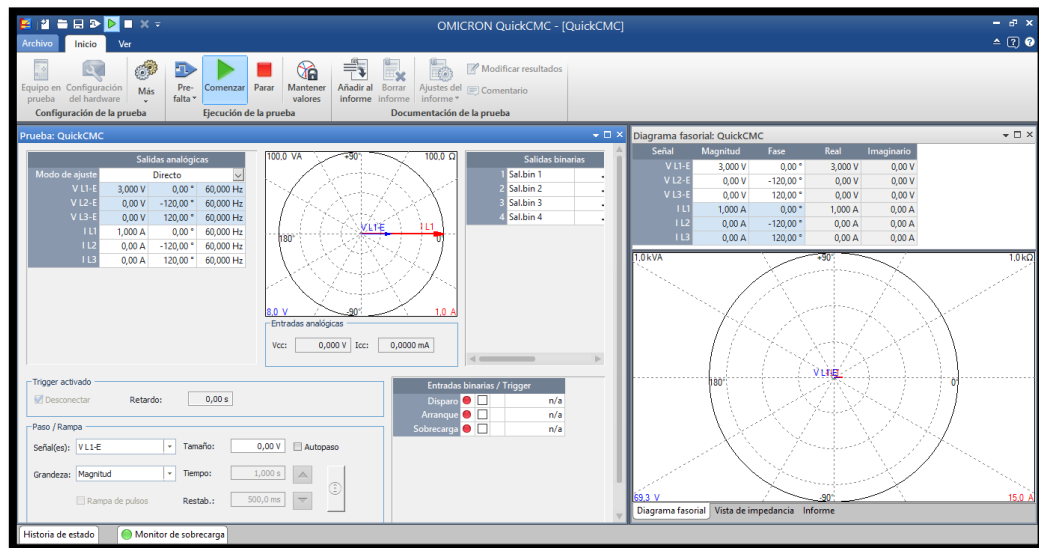


FIGURA 54: VENTANA DE PARÁMETROS DE VOLTAJE Y CORRIENTE EN QUICK CMC

### 3. Dar clic en comenzar para inyectar voltaje y corriente



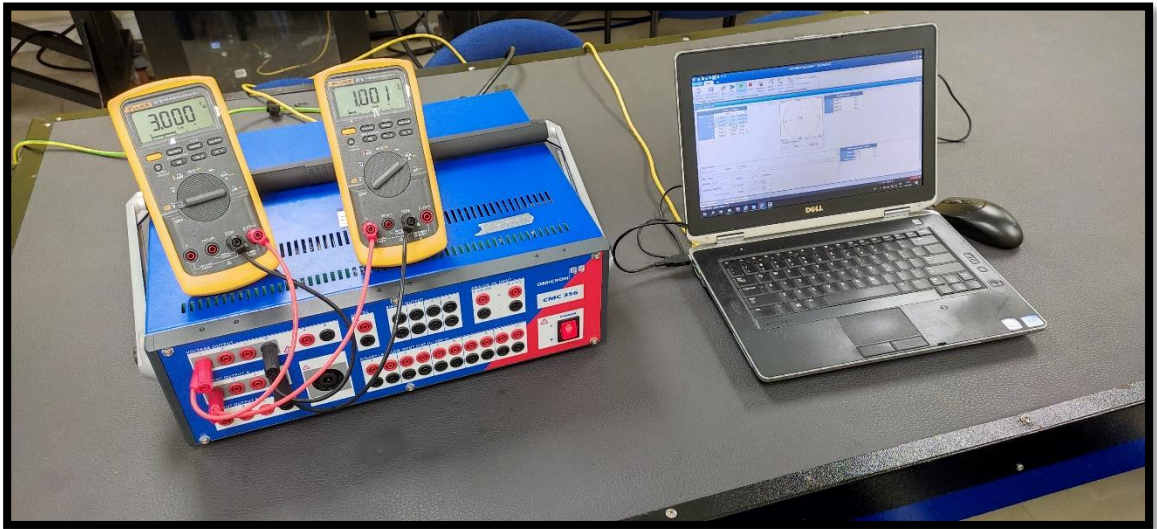


FIGURA 55: MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE CON EL MULTÍMETRO

### 3.3.7. Recursos utilizados

- Computadora, Software Test Universe, Puesta a tierra, Cable de red, Maleta Omicron CMC 356

## **3.4. Práctica IV**

### **3.4.1. Tema**

Configuración con relé 27,59,81.

### **3.4.2. Objetivo general**

- Configurar, parametrizar y aprender los ajustes de los relés de protección

### **3.4.3. Objetivo específico**

- Conocer los datos de parametrización que se van a configurar en un relé las funciones 27, 59, 81 para el uso de protecciones

### **3.4.4. Duración**

Tiempo estimado 2 horas.

### **3.4.5. Marco teórico**

#### **3.4.5.1. Protección para baja tensión (27)**

La protección (27) detecta las pérdidas de tensión en los equipos e impide el estado de operatividad insostenible, como las pérdidas asimétricas. [28]

#### **3.4.5.2. Protección para sobre tensión (59)**

La protección (59) tiene como función resguardar los equipos eléctricos y las secciones de la instalación conectadas a las otras, por el alto ingreso de voltaje y así poder evitar el material de aislamiento tenga daños[28].

#### **3.4.5.3. Protección para baja y sobre frecuencia (81)**

La protección (81) se calibra con la norma IEEE Std 1547TM 2003, se basa en las sugerencias de rangos de frecuencia admisible de operación en generadores[28].

### **3.4.6. Marco procedimental**

1. Abrir el AcSelerator y realizar la comunicación con el relé
2. Tener los parámetros sobre los ajustes “**Elementos de Sobre / Bajo Voltaje**” y “**Elementos de frecuencia**”

## Datos del ejercicio

- Sobre voltaje: 130%, Tensión (110%): 132V y TD: 5 seg
- Bajo voltaje: 90%, Tensión (90%): 108V y TD: 3seg
- Frecuencia: 57 Hz a TD: 6seg

### 3. Digitar los datos obtenidos en el “editor de ajuste de relé”

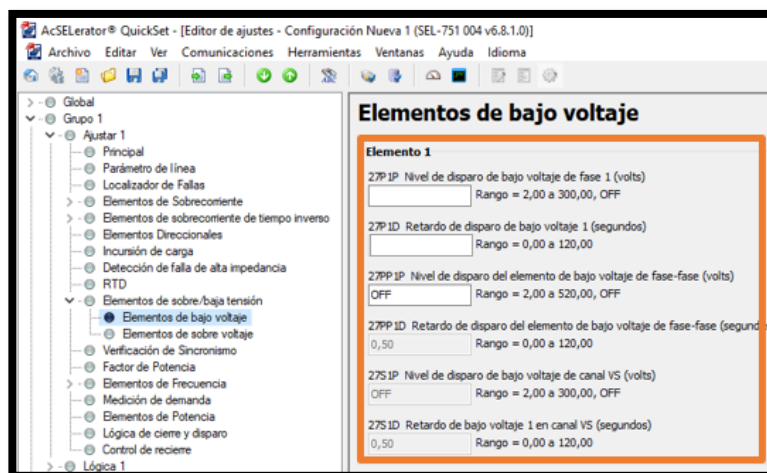
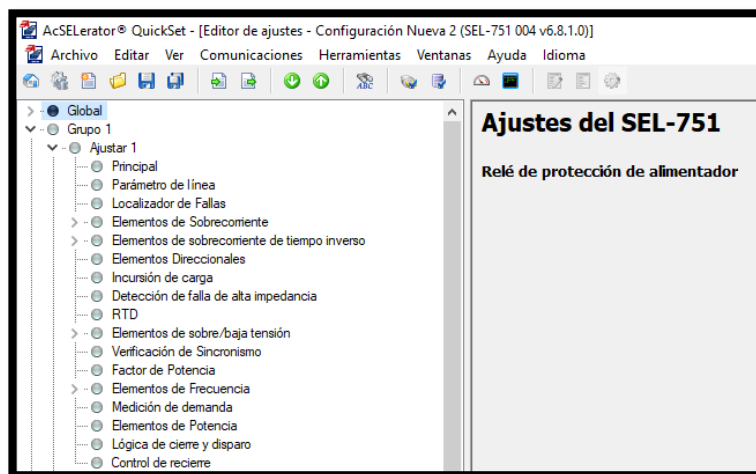


FIGURA 56: INGRESO DE DATOS EN PROTECCION (27)

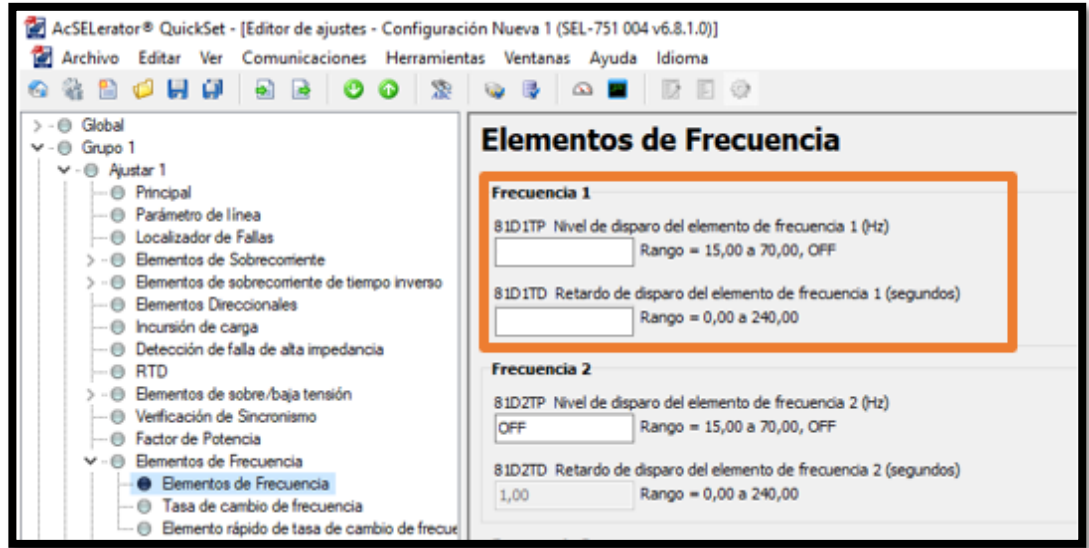

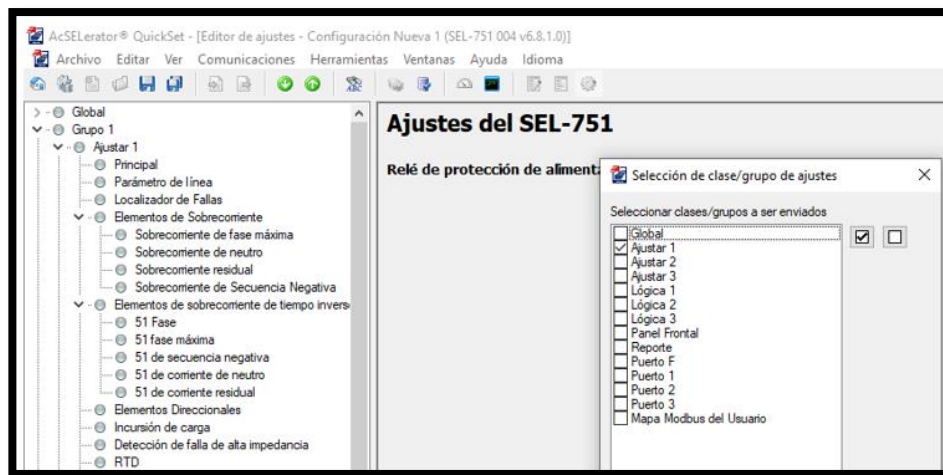


FIGURA 57: INGRESO DE DATOS EN PROTECCION (81)

4. Cambiar la “lógica de cierre y disparo” del relé
5. Seleccionar el icono  para subir los ajustes
6. Escoger el grupo, donde realizo el ajuste



7. Aceptar para subir el ajuste



### 3.4.7. Recursos utilizados

Computadora, AcSelerator, Relé SEL-751. Puerto ethernet

## 3.5. Práctica V

### 3.5.1. Tema

Inyección de voltajes secundarios para verificación de ajustes de relé 27,59,81.

### 3.5.2. Objetivo general

- Configurar, parametrizar y aprender los ajustes de los relés de protección

### 3.5.3. Objetivo específico

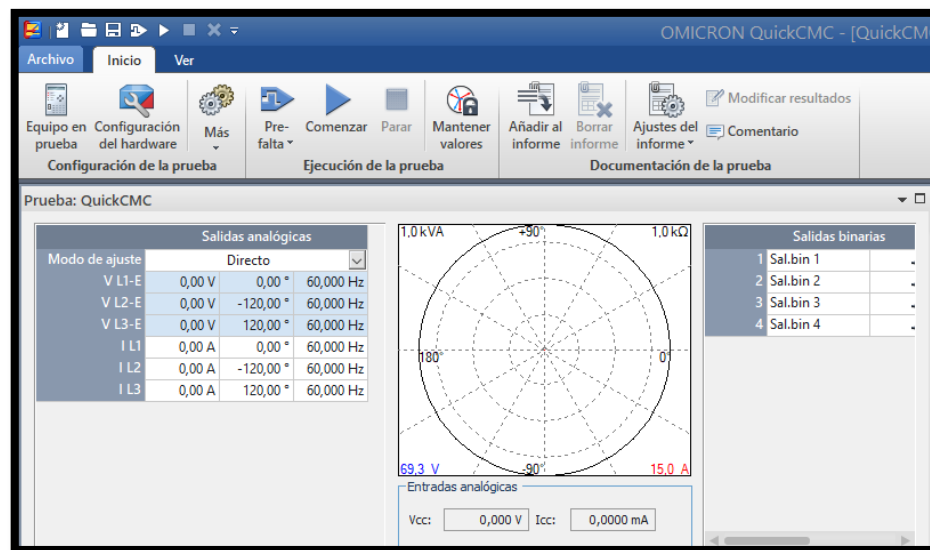
- Verificar los ajustes del relé: 27, 59, 81 inyección de voltaje

### 3.5.4. Duración

Tiempo estimado 2 horas.

### 3.5.5. Marco procedimental

1. Conectar el equipo OMICRON a la barra de puesta tierra y alimentarlo
2. Realizar conexión OMICRON CMC 356 al computador por medio del puerto ethernet.
3. Abrir el Test Universe y asociar los equipos.
4. Seleccionar una de las funcionalidades del Test Universe “QuickCMC”



5. Ingresar e inyección de los valores menores a los establecido para ver el disparo del relé

## Inyección de voltaje menor a la protección (27)

Al inyectar el rango estimado de 108 V que es el 90% de voltaje permitido no ha disparado el relé de protección[29].

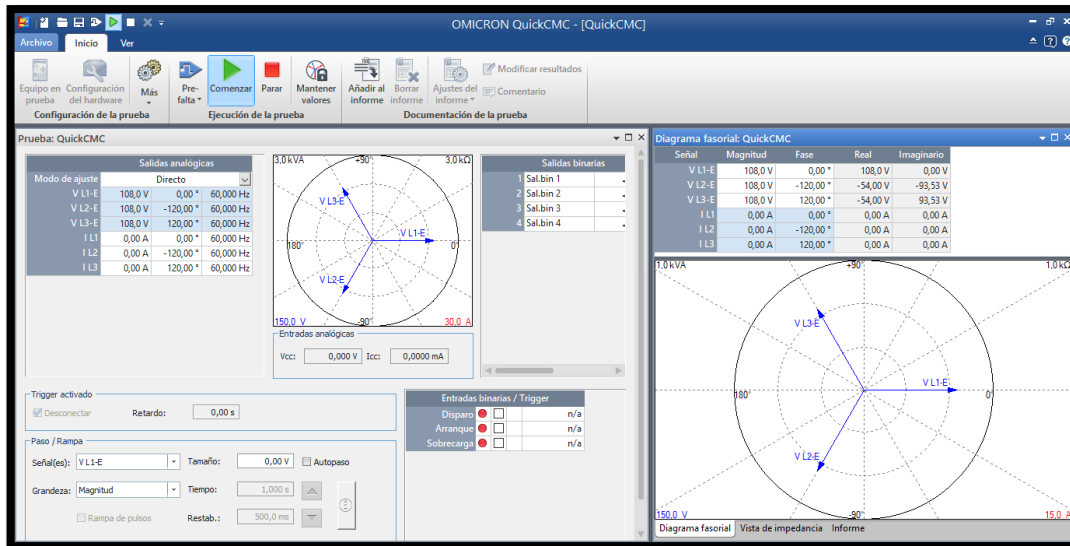


FIGURA 58: INYECCION DE UN VOLTAJE DEL 90% PERMITIDO

Al inyectar otro voltaje menor al estimado se observó que dispara el relé

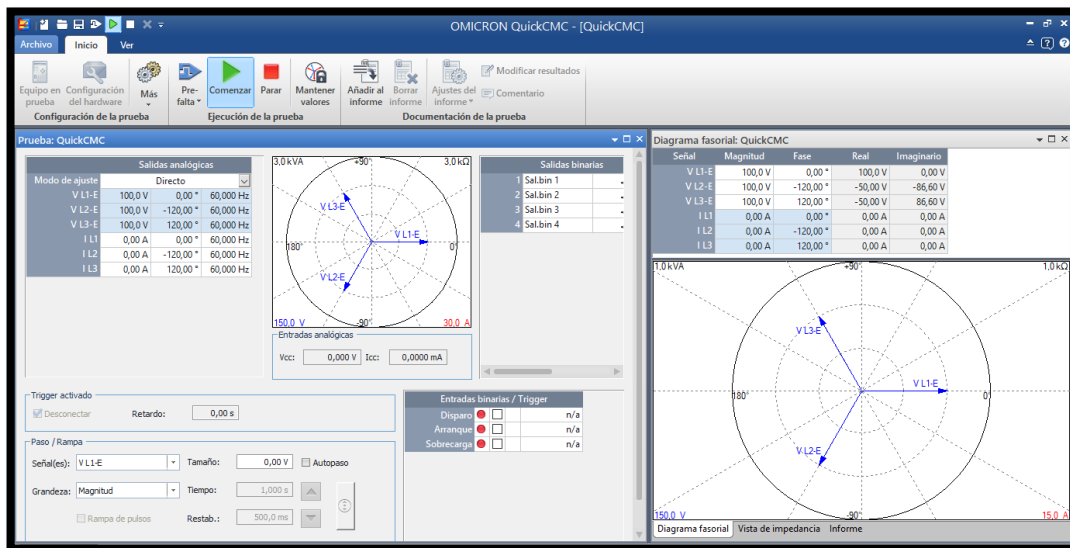


FIGURA 59: INYECCION DE VOLTAJE MENOR DEL 90% PERMITIDO



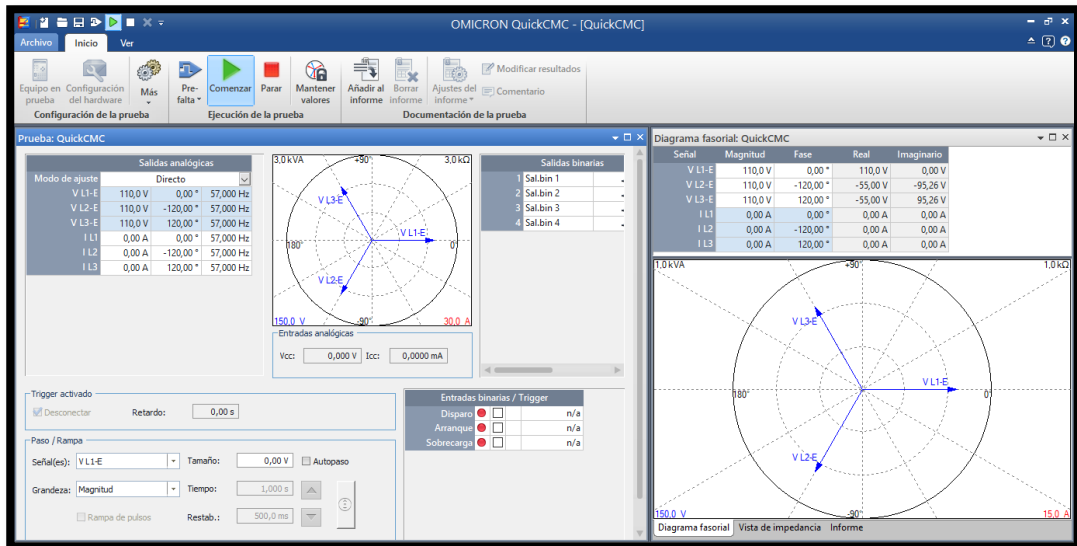


FIGURA 60: INYECCION DE VOLTAJE CON UNA FRECUENCIA PERMITIDA

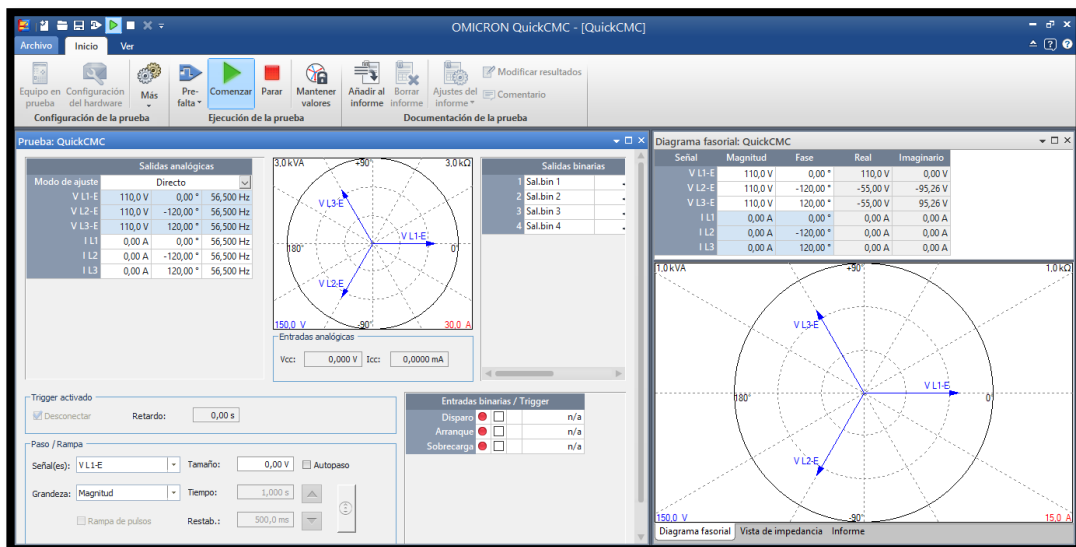
### Inyección de voltaje mayor a la protección (59)

Al tener un mayor valor de voltaje, para ingresarlo en el QuickCMC tiene un rango estimado para ingresar voltaje que es de 115,6 V

### Inyección de voltaje de menor frecuencia a la protección (81)

Si inyectamos un voltaje de 110 V a una frecuencia de 57 Hz, se observa que el relé no va a realizar el disparo, debido a que está trabajando al rango mínimo estimado[29].

Se realizó una segunda inyección de voltaje, pero con otra frecuencia, para ver si el relé tiene acción al disparar. Los resultados obtenidos fue que dejó de inyectar voltaje.



### 3.5.6. Recursos utilizados

Computador, Maleta OMICRON CMC 356, Test Universe, Puerto Ethernet.

## **3.6. Práctica VI**

### **3.6.1. Tema**

Configuración del relé 50/51.

### **3.6.2. Objetivo general**

- Configurar, parametrizar y aprender los ajustes de los relés de protección

### **3.6.3. Objetivo específico**

- Conocer los datos de parametrización que se van a configurar en un relé 50/51 para el uso de protecciones.

### **3.6.4. Duración**

Tiempo estimado 2 horas.

### **3.6.5. Marco teórico**

#### **3.6.5.1. Relé de sobrecorriente [Función 50 / 51]**

El relé 50 / 51. Tiene por función la medición invariable de la intensidad de corriente de un circuito, para poder comparar con los resultados obtenidos en los ajustes y constituir si hay una variable de corriente alta o alguna falla ya sea producto de una sobretensión o un corto circuito. Se utilizan en equipos donde se requiere limitar a valores preestablecidos de circulación de corriente de acuerdo a un tiempo, a mayor corriente menor es el tiempo que puede soportar el equipo sin daño. Es muy importante conocer la curva de daño del equipo eléctrico. La función 50 de acuerdo a normas ANSI, establece el disparo por instantáneo y la 51 es el disparo temporizado[30].

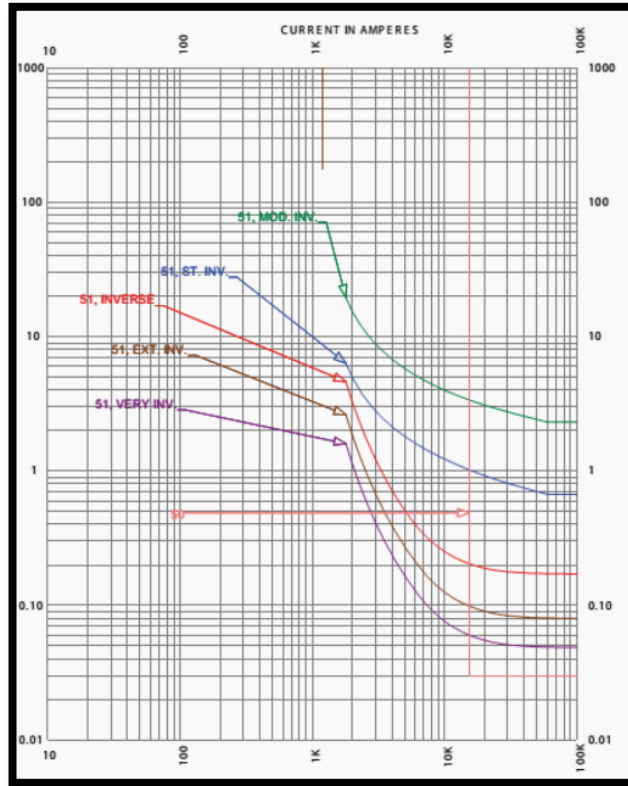


FIGURA 61: CURVAS DE PROTECCIÓN 50/51

### 3.6.6. Marco procedimental

Se planteó un ejercicio de aplicación para la configuración en el 50/51

#### Datos del relé de transformador de 5 MVA de 13,8KV

DATOS			
Modelo de la protección	SEL 751		
Tensión nominal (KV)	13,8		
Frecuencia nominal (Hz)	60		RTC
Relación de TCs	200	5	40
Icc Trifásica en 13,8kV (A)	900		
Icc Monofásica en 13,8kV (A)	680		
Potencia instalada (MVA)	3		
Corriente Nominal (A primarios)	125,51		

TABLA 2: DATOS DEL RELÉ DE TRANSFORMADOR DE 5 MVA

<b>Sobre intensidad temporizada de fases (51)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Curva de actuación	C2
Corriente de arranque (Amperios primarios)	157
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	3,92
Corriente de arranque (pu In)	0,78
Dial de tiempo (k)	0,5

TABLA 3: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES (51)

<b>Sobre intensidad Instantánea de fases (50)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Operación	ON
Corriente de arranque (Amperios primarios)	270
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	6,8
Corriente de arranque (pu In)	1,35
Tiempo de actuación (segundos)	0,20

TABLA 4: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES (50)

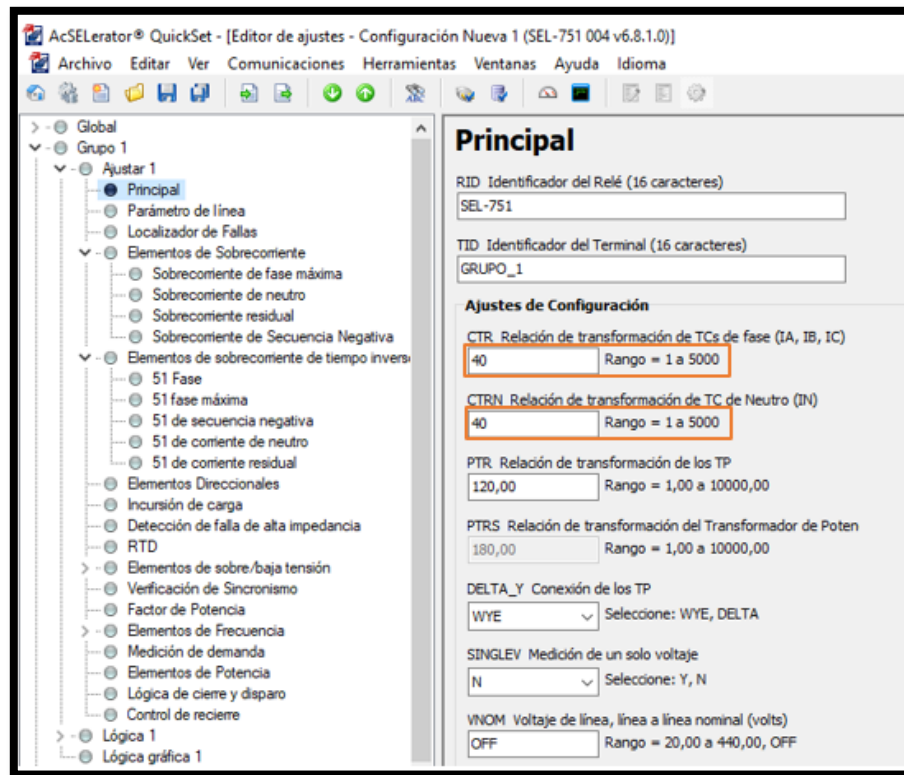
<b>Sobre intensidad temporizada de neutro (51N)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Curva de actuación	C2
Corriente de arranque (Amperios primarios)	42
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	0.80
Corriente de arranque (pu In)	0,21
Dial de tiempo (k)	0,5

TABLA 5: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO (51N)

Sobre intensidad Instantánea de neutro (50N)	Ajustes propuestos
Operación	ON
Corriente de arranque (Amperios primarios)	280
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	7,000
Corriente de arranque (pu In)	1,400
Tiempo de actuación (segundos)	0,2

TABLA 6: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INTANTANEA DE NEUTRO (50)

1. Realizar la conexión de 2 computadoras con 2 relés por medio del AcSElerator.
2. Ingresar los datos en “ajustes de configuración”, de los CTR y CTRN (relación de transformación)



3. Realizar la siguiente configuración de “elementos de sobrecorriente (50)”. Ingresar los nuevos datos “Sobrecorriente de fase máxima” en y “Sobrecorriente de neutro”

## Ajustes de sobrecorriente de fase máxima (50P)

**Sobrecorriente de fase máxima**

**Elemento 1**

50P1P Nivel de disparo del elemento de sobre corriente de fase máxima (amp sec.)  
6,80 Rango = 0,50 a 100,00, OFF

50P1D Retardo de disparo del elemento de sobre corriente de  
0,20 Rango = 0,00 a 400,00

50P1TC Control de torque del elemento de sobre corriente de fase máxima (SELogic)  
1

FIGURA 62: AJUSTE DE SOBRECORRIENTE DE FASE MÁXIMA (50P)

## Ajustes de sobrecorriente de neutro (50N)

**Sobrecorriente de neutro**

**Elemento 1**

50N1P Nivel de disparo del elemento de sobre corriente de ne  
7,00 Rango = 0,50 a 100,00, OFF

50N1D Retardo de disparo del elemento de sobre corriente de  
0,20 Rango = 0,00 a 400,00

50N1TC Control de torque del elemento de sobre corriente de neutro (SELogic)  
1

FIGURA 63: AJUSTE DE SOBRECORRIENTE DE FASE MÁXIMA (50N)

4. Digitar los nuevos datos en “**elementos de sobrecorriente de tiempo inverso (51)**”.

### Ajuste 51 Fase (51P)

### 51 Fase

**Fase A**

51AP Nivel de disparo del elemento de sobrecorriente de tiempo  
 Rango = 0,50 a 16,00, OFF

51AC Selección de curva TOC  
 Seleccione: U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5

51ATD Dial de tiempo TOC  
 Rango = 0,05 a 1,50

51ARS Retardo de restablecimiento EM  
 Seleccione: Y, N

51ACT Retardo adicional de disparo (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51AMR Tiempo mínimo de respuesta (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51ATC Control de torque del elemento de sobrecorriente de tiempo inverso de la fase (SELog)  
 ...

FIGURA 64: AJUSTES 51 FASE

Ajuste 51 de corriente de neutro (51N)

### 51 de neutro

**Elemento 1**

51NIP Nivel de disparo de sobrecorriente de tiempo inverso (amps sec.)  
 Rango = 0,25 a 24,00, OFF

51NIC Selección de curva de sobrecorriente de tiempo inverso  
 Seleccione: U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5

51NITD Dial de tiempo de sobrecorriente de tiempo inverso  
 Rango = 0,05 a 1,50

51NIRS Retardo de reset EM  
 Seleccione: Y, N

51NICT Sumador de tiempo constante (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51NIMR Tiempo de respuesta mínimo (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51NITC Control de torque de sobrecorriente de tiempo inverso de neutro (SELogic)  
 ...

FIGURA 65: AJUSTES 51 CORRIENTE DE NEUTRO

5. Seleccionar la “**lógica de cierre y de disparo**” y ubicarse en “**TR Disparo (SELLogic)**”, para escoger las condiciones de disparo del relé.

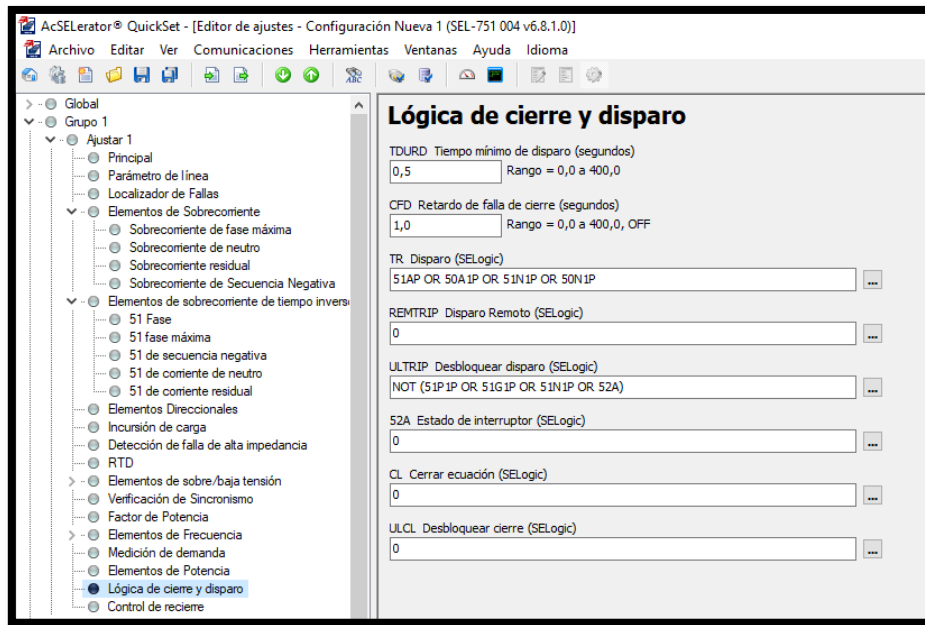

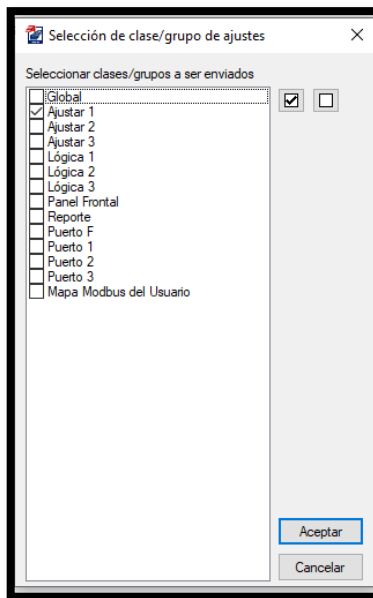


FIGURA 66: LÓGICA DE CIERRE Y DE DISPARO

6. Para subir los ajustes, dar clic a ese icono 
7. Indicar que ajustes desea subir al relé





8. Dar clic en aceptar para ingresar los ajustes.

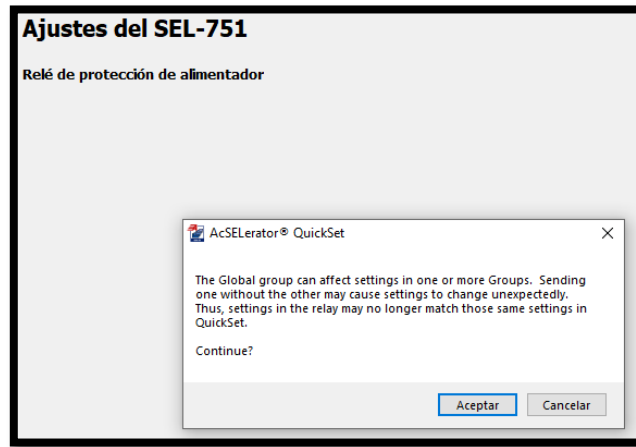


FIGURA 67: INGRESO DE AJUSTES DEL SEL-751

### 3.6.7. Recursos utilizados

Computadora, Software Test Universe, Cable red, Omicron CMC 356

## 3.7. Práctica VII

### 3.7.1. Tema

Inyección de corrientes secundarias para verificación de ajustes de relé 50/51.

### 3.7.2. Objetivo general

- Configurar, parametrizar y aprender los ajustes de los relés de protección

### 3.7.3. Objetivo específico

- Verificar los ajustes del relé 50/51 para la inyección de corrientes secundarias.

### 3.7.4. Duración

Tiempo estimado 2 horas.

### 3.7.5. Marco procedimental

1. Conectar el equipo OMICRON a la barra de puesta tierra y alimentarlo
2. Realizar conexión CMC 356 al computador por medio del puerto ethernet
3. Abrir el Test Universe y asociar los equipos
4. Seleccionar una de las funcionalidades del Test Universe “Overcurrent”

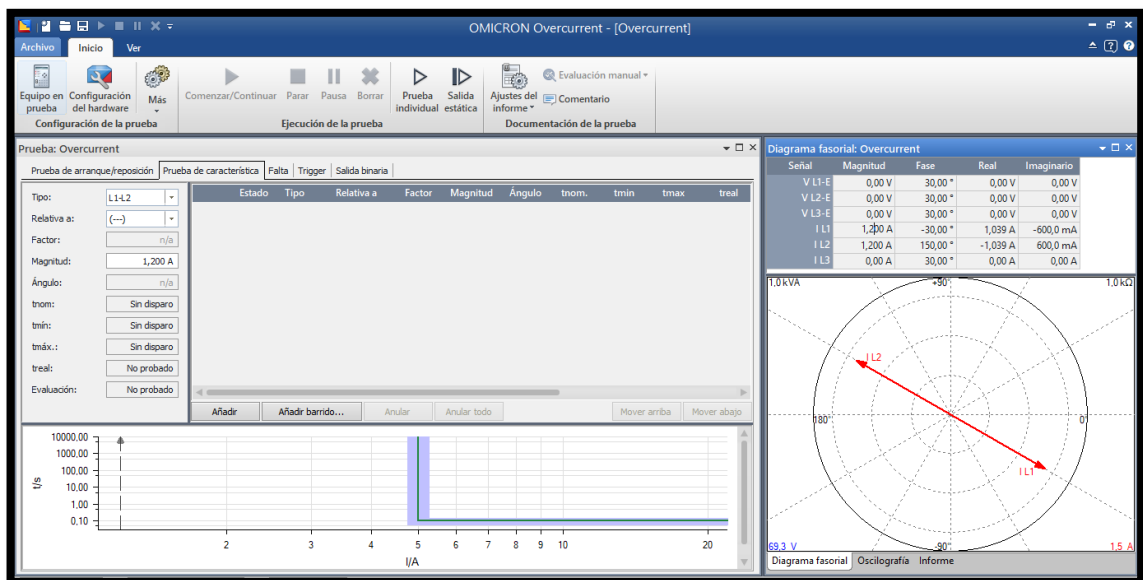


FIGURA 68: PANTALLA DE LA FUNCIÓN OVERCURRENT

## 5. Escoger la opción “Equipo de Prueba”

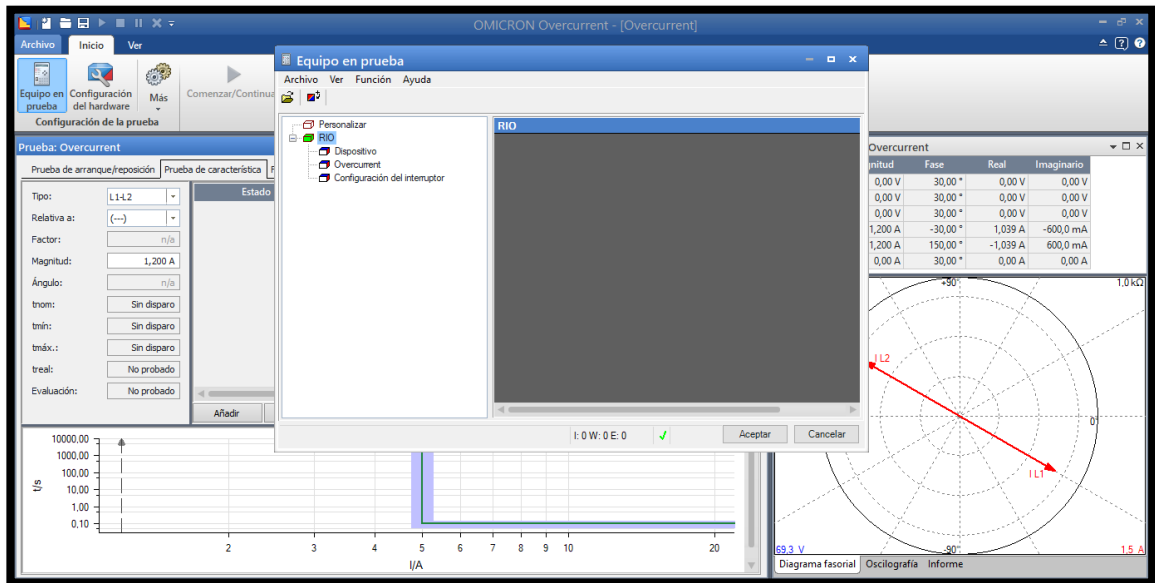
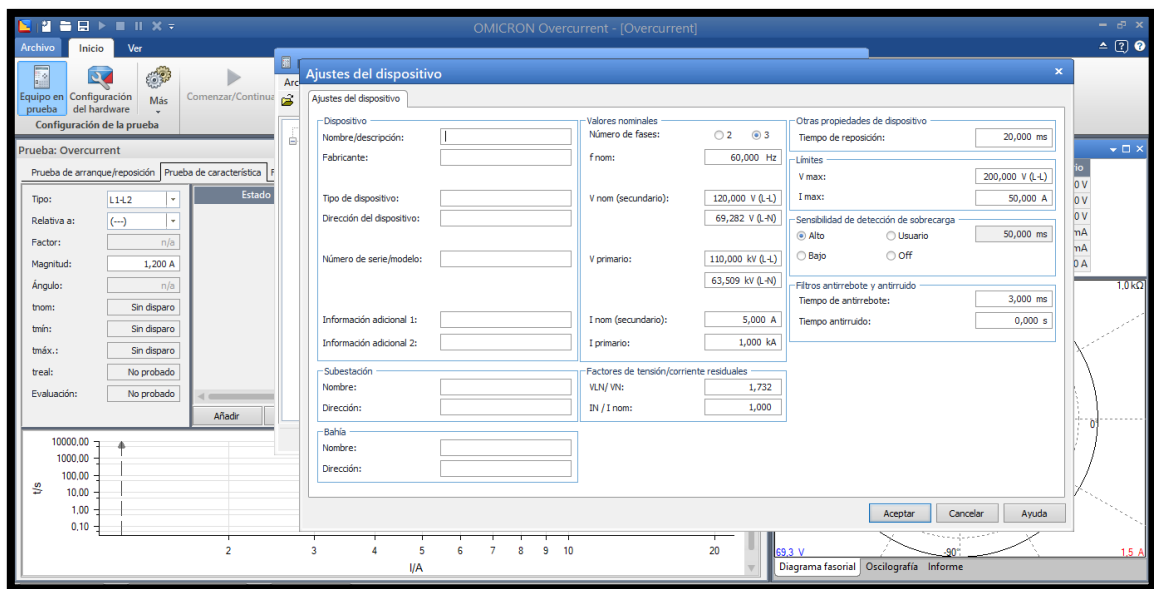


FIGURA 69: OPCIÓN “EQUIPO DE PRUEBA” DENTRO DE LA FUNCIÓN OVERCURRENT

## 6. Dar clic en “dispositivo” y escoger la opción “editar” para completar la información del informe



## 7. Seleccionar la opción “Overcurrent” y escoger elementos para escoger las curvas

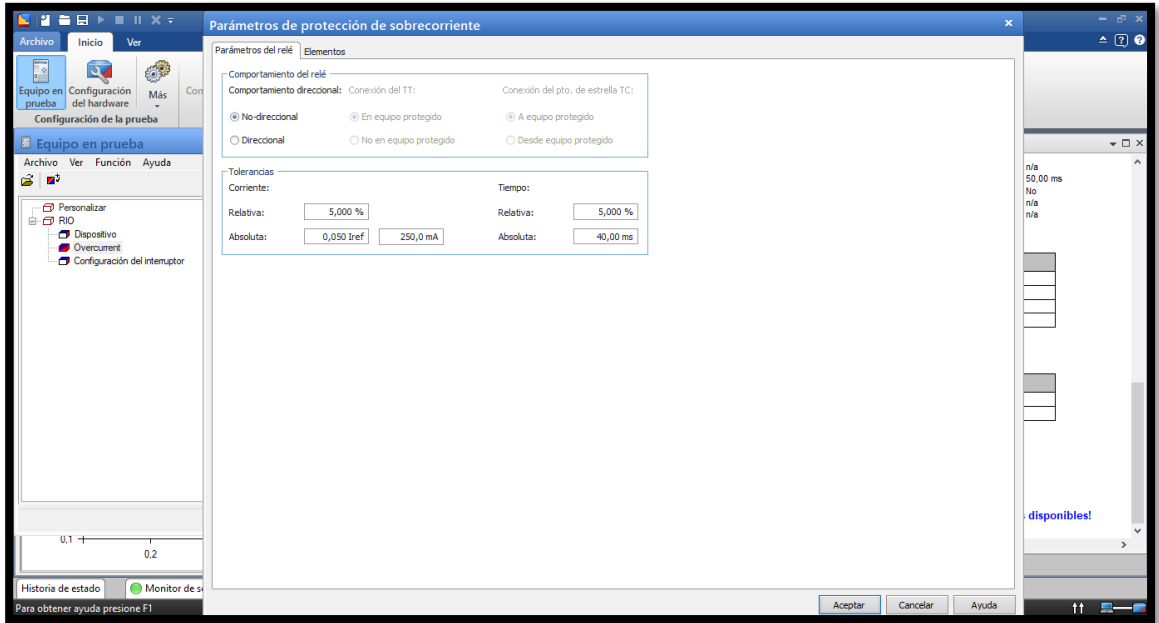
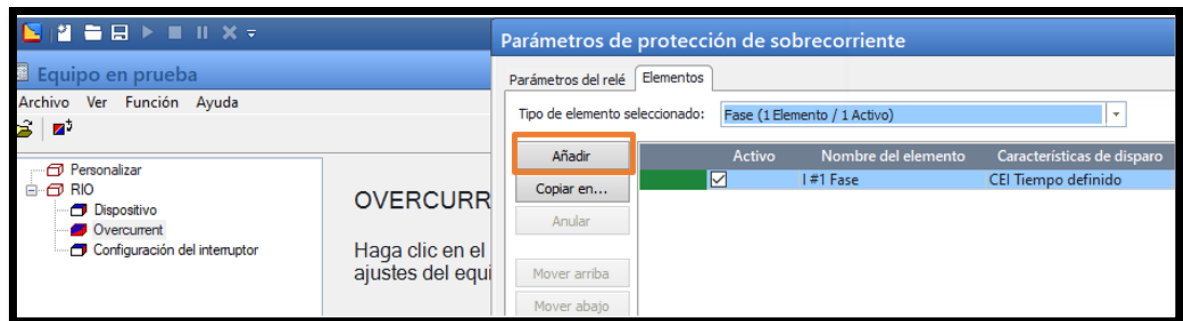
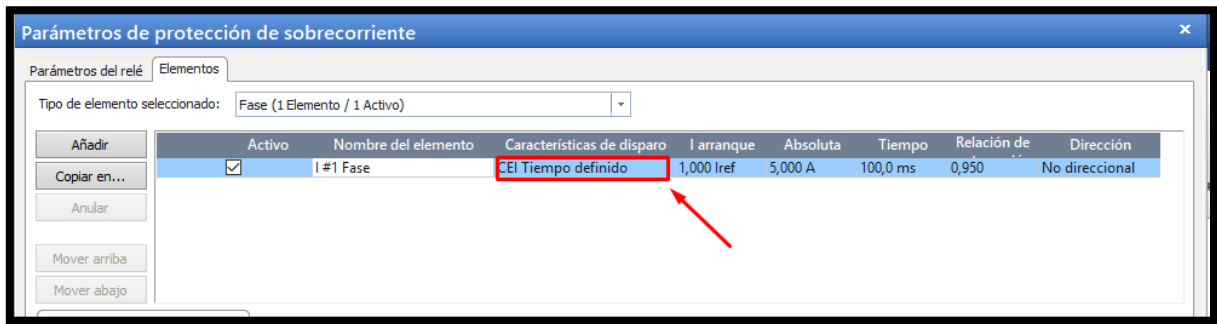


FIGURA 70: ELECCIÓN DE CURVAS DENTRO DE LA OPCIÓN OVERCURRENT

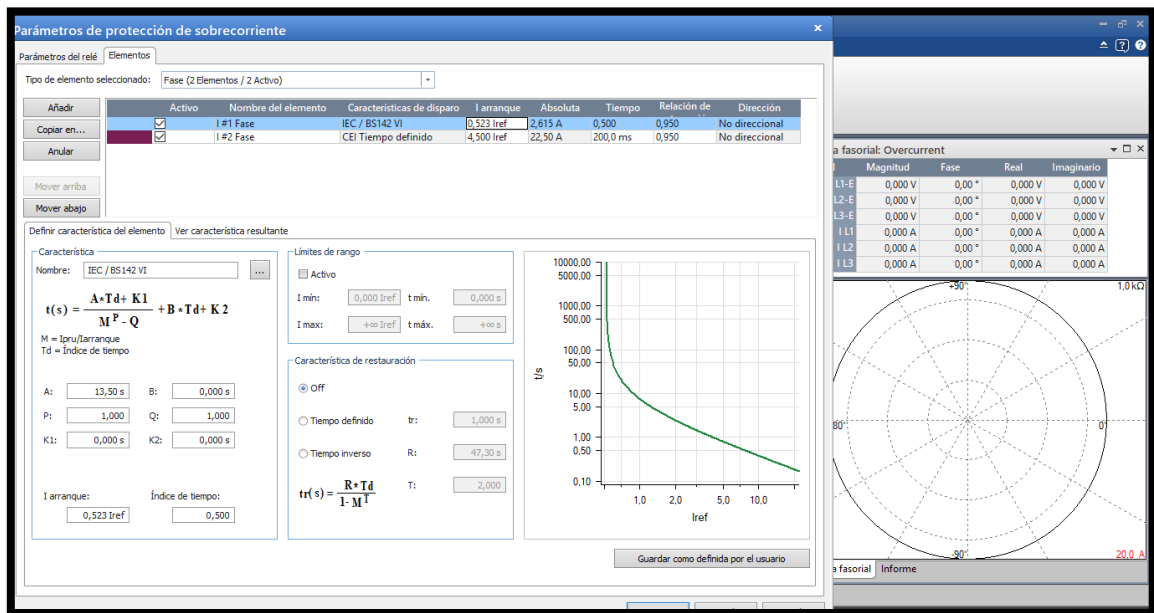
## 8. Escoger en “añadir” para agregar más curvas



9. Seleccionar “característica de disparo” para establecer el tipo de curva



10. Digitar los valores Iarranque en valores (p.u.) y guardar los nuevos parámetros



11. Dar clic en “añadir barrido” para seleccionar la escala para hacer la prueba y el punto de inyección de corriente

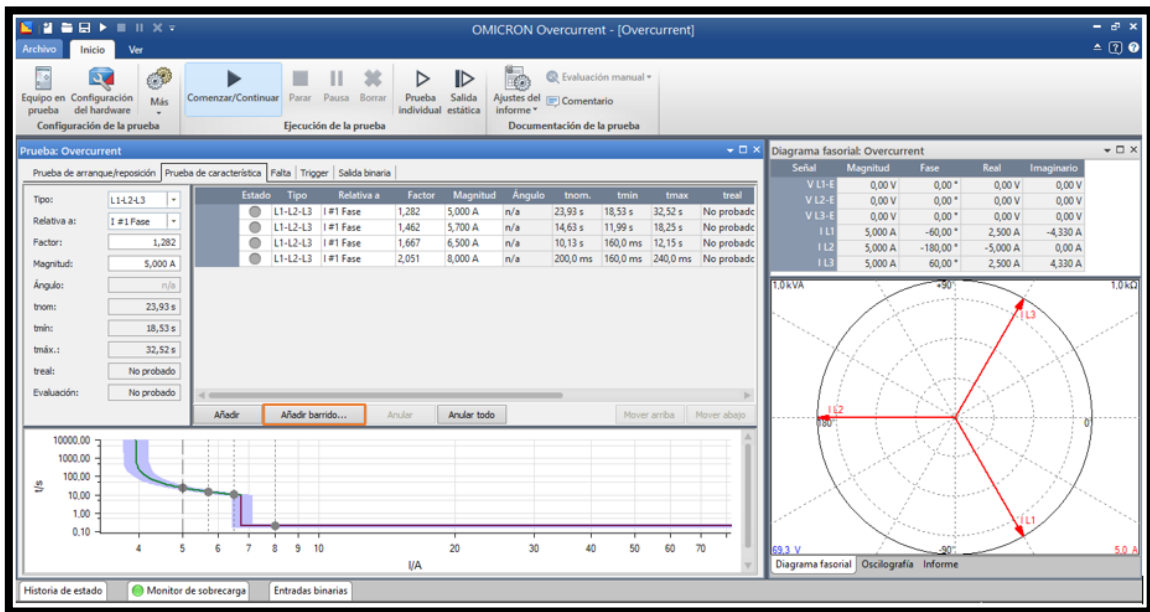
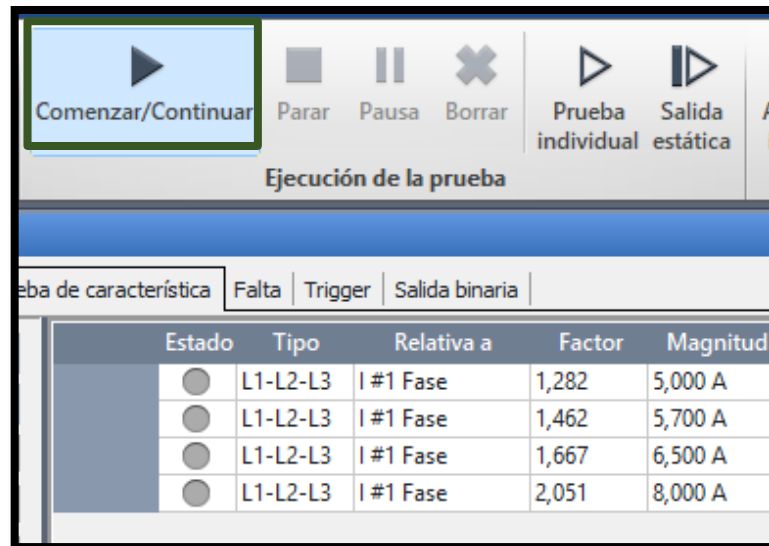


FIGURA 71: AÑADIR BARRIDO PARA SELECCIONAR PUNTO DE INYECCIÓN

12. Dar inicio a la prueba para determinar los tiempos de disparos de corrientes.



13. Resultados finales de los tiempos de disparos, obtenidos del informe.

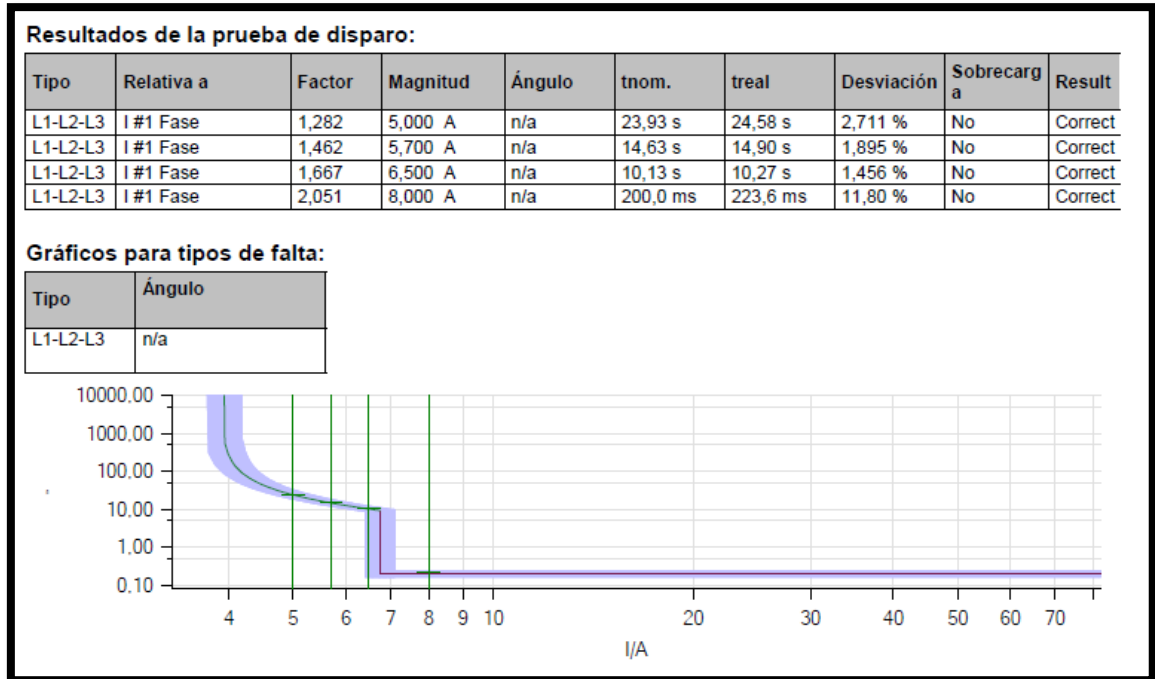


FIGURA 72: RESULTADOS FINALES DE LOS TIEMPOS DE DISPARO

**3.7.6. Recursos utilizados**

Computadora, software Test Universe, Relé de protección, maleta de inyección Omicron CMC 356

### 3.7.7. Registro de resultados

#### Overcurrent:

#### Equipo en prueba - Parámetros de sobrecorriente

##### General - Valores:

Tol. tiem. abs.:	0,04 s	Conexión del TT:	n/a
To. tiem. rel.:	5,00 %	Conexión del pto. de estrella del TC:	n/a
Tol. corr. abs.:	0,05 Iref		
Tol. corr. rel.:	5,00 %		
Direccional:	No		

##### Elementos - Fase:

Activo	Nombre	Característica de disparo	I arranque	Tiempo	Relación de restauración:	Dirección
SI	I #1 Fase	IEC / BS142 VI	0,78 Iref	0,50	0,95	No direccional
SI	I #2 Fase	CEI Tiempo definido	1,35 Iref	0,20 s	0,95	No direccional

#### Módulo de prueba

Nombre:	OMICRON Overcurrent	Versión:	4.00
Comienzo:	13-ago.-2021 22:40:44	Fin:	13-ago.-2021 22:41:40
Nombre de usuario:		Administrador:	
Compañía:			

#### Ajustes de la prueba:

##### Modelo de Falta:

Referencia de tiempo:	Inicio de la falta
Corriente de carga:	0,000 A
Ángulo de carga:	n/a
Tiempo de pre-falta:	100,0 ms
Tiempo máx. abs.:	240,0 s
Tiempo de post-falta:	500,0 ms
Tiempo máx. rel.:	100,0 %
Activar salida de tensión:	No
Tensión de falta LN (todas fases menos las bifásicas):	n/a
Tensión de falta LL (para faltas bifásicas):	n/a
CC en disminución activa:	No
Constante de tiempo:	n/a
Tiempo mín. car. IP:	50,00 ms
Reposición térmica activa:	No
Método de Habilitar reposición:	n/a
Mensaje de reposición térmica:	n/a

##### Prueba de disparo:

Tipo	Relativa a	Factor	Magnitud	Ángulo	tnom.	tmin	tmax
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,282	5,000 A	n/a	23,93 s	18,53 s	32,52 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,462	5,700 A	n/a	14,63 s	11,99 s	18,25 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,667	6,500 A	n/a	10,13 s	160,0 ms	12,15 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	2,051	8,000 A	n/a	200,0 ms	160,0 ms	240,0 ms



### Salidas binarias:

Nombre	Estado
Sal.bin 1	0
Sal.bin 2	0
Sal.bin 3	0
Sal.bin 4	0

### Entradas binarias:

Lógica del trigger: And

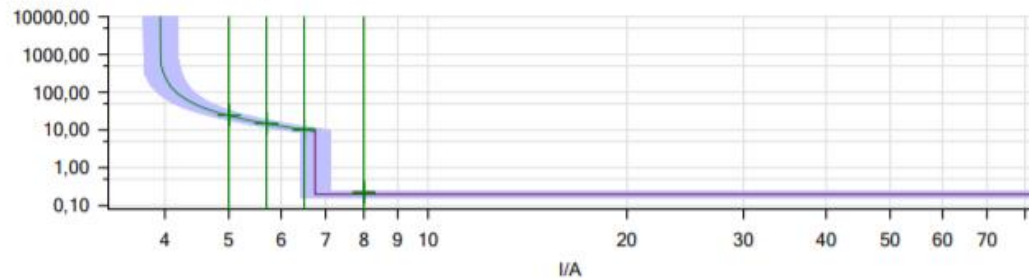
Nombre	Estado del trigger
Disparo	1
Arranque	X

### Resultados de la prueba de disparo:

Tipo	Relativa a	Factor	Magnitud	Ángulo	tnom.	treal	Desviación	Sobrecarga	Result
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,282	5,000 A	n/a	23,93 s	24,58 s	2,711 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,462	5,700 A	n/a	14,63 s	14,90 s	1,895 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,667	6,500 A	n/a	10,13 s	10,27 s	1,456 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	2,051	8,000 A	n/a	200,0 ms	223,6 ms	11,80 %	No	Correct

### Gráficos para tipos de falta:

Tipo	Ángulo
L1-L2-L3	n/a



### Estado:

4 de 4 puntos probados.  
4 puntos correctos.  
0 puntos incorrectos.

Evaluación general: Prueba correcta

## **3.8. Práctica VIII**

### **3.8.1. Tema**

Coordinación entre 2 relés de sobrecorrientes

### **3.8.2. Objetivo general**

- La optimización el tiempo de operación para fallas al coordinar 2 relés de sobrecorriente.

### **3.8.3. Objetivo específico**

- Obtener la corriente de arranque y el dial del relé que minimicen en tiempo de fallas en su zona de protección y ofrezcan protección de las zonas paralelas.

### **3.8.4. Duración**

Tiempo estimado 2 horas.

### **3.8.5. Marco teórico**

#### **3.8.5.1. Tipos de protecciones**

Dentro de los sistemas eléctricos categorizamos dos tipos de protecciones que son: Protección primaria y Protección secundaria o de respaldo.

##### **3.8.5.1.1. Protección primaria**

Una protección primaria tiene con función principal como su nombre lo indica, proteger los equipos principales del sistema de potencia, tratando de que la mayoría de los usuarios no se queden sin el suministro eléctrico.[31]

##### **3.8.5.1.2. Protección de respaldo**

Esta protección actúa únicamente cuando la protección principal o primaria falla, para que los equipos que del sistema de potencia no sufran daños debido a los disturbios presentados.[31]

##### **3.8.5.1.3. Zonas de protección**

Si dentro de una zona se da una falla, este actuaría de manera inmediata aislando las zonas del resto del sistema. Las zonas están definidas para:

- Equipos de generación
- Equipos de transformación
- Barras
- Líneas aéreas o terrestres de transmisión y distribución
- Equipos motorizados

Las zonas están cubiertas y los disyuntores se encuentran en lugares estratégicos para que cuando haya una deficiencia en cualquier parte de estas zonas, el interruptor se abra para aislar la falla.

### 3.8.6. Marco procedimental

Se realizó un ejercicio sobre coordinación entre dos relés

DATOS DEL RELÉ DE TRANSFORMADOR DE 5 MVA DE 69 KV			
Modelo de la protección	SEL 751		
Tensión nominal (KV)	69		
Frecuencia nominal (Hz)	60		RTC
Relación de TC's	100	5	20
Icc Trifásica en 69kV (A)	1500		
Icc Monofásica en 69kV (A)	1200		
Potencia instalada (MVA)	5		
Corriente Nominal (A primarios)	41,84		

TABLA 7: DATOS DEL RELÉ DE 69 KV

Sobre intensidad temporizada de fases (51)	Ajustes propuestos
Curva de actuación	C2
Corriente de arranque (Amperios primarios)	52,298
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	2,615
Corriente de arranque (p.u In)	0,523
Dial de tiempo (k)	0,50

TABLA 8: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASE (51)

<b>Sobre intensidad Instantánea de fases (50)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Operación	ON
Corriente de arranque (Amperios primarios)	450,000
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	22,500
Corriente de arranque (p.u In)	4,500
Tiempo de actuación (segundos)	0,20

TABLA 9: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES (50)

<b>Sobre intensidad temporizada de neutro (51N)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Curva de actuación	C2
Corriente de arranque (Amperios primarios)	8,368
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	0,418
Corriente de arranque (p.u In)	0,084
Dial de tiempo (k)	0,50

TABLA 10: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO (50)

<b>Sobre intensidad Instantánea de neutro (50N)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Operación	ON
Corriente de arranque (Amperios primarios)	360,000
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	18,000
Corriente de arranque (p.u In)	3,600
Tiempo de actuación (segundos)	0,20

TABLA 11: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE NEUTRO (50)

<b>DATOS DEL RELÉ DE TRANSFORMADOR DE 5 MVA DE 13.8 KV</b>			
<b>Modelo de la protección</b>	<b>SEL 751</b>		
<b>Voltaje nominal (KV)</b>	13,8		
<b>Frecuencia nominal (Hz)</b>	60		<b>RTC</b>
<b>Relación de TC's</b>	<b>200</b>	<b>5</b>	<b>40</b>
<b>Icc Trifásica en 13,8kV (A)</b>	900		
<b>Icc Monofásica en 13,8kV (A)</b>	680		
<b>Potencia instalada (MVA)</b>	3		
<b>Corriente Nominal (A primarios)</b>	125,51		

TABLA 12: DATOS DEL RELÉ DE 13.8 KV

<b>Sobre intensidad temporizada de fases (51)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Curva de actuación	C2
Corriente de arranque (Amperios primarios)	157
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	3,92
Corriente de arranque (p.u In)	0,78
Dial de tiempo (k)	0,5

TABLA 13: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES (51)

<b>Sobre intensidad Instantánea de fases (50)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Operación	ON
Corriente de arranque (Amperios primarios)	270
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	6,8
Corriente de arranque (p.u In)	1,35
Tiempo de actuación (segundos)	0,20

TABLA 14: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INTANTANEA DE FASES (50)

<b>Sobre intensidad temporizada de neutro (51N)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Curva de actuación	C2
Corriente de arranque (Amperios primarios)	42
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	0.80
Corriente de arranque (p.u In)	0,21
Dial de tiempo (k)	0,5

TABLA 15: DATOS DE SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO (51)

<b>Sobre intensidad Instantánea de neutro (50N)</b>	<b>Ajustes propuestos</b>
Operación	ON
Corriente de arranque (Amperios primarios)	280
Corriente de arranque (Amperios secundarios)	7,000
Corriente de arranque (p.u In)	1,400
Tiempo de actuación (segundos)	0,2

TABLA 16: DATOS DE SOBREINTENSIDAD INTANTANEA DE NEUTRO (50)

1. Realizar la conexión de 2 computadoras con 2 relés por medio del AcSELerator.
2. Ingresar los datos en “**Ajustes de Configuración**”, de los CTR y CTRN (relación de transformación)

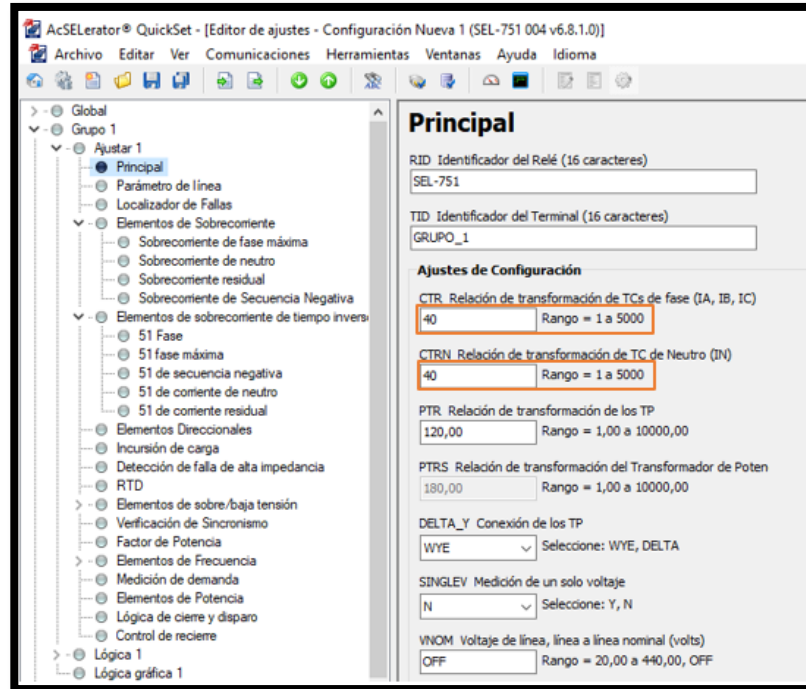


FIGURA 73: AJUSTES DE PARÁMETROS EN EL RELÉ DE 13.8 KV

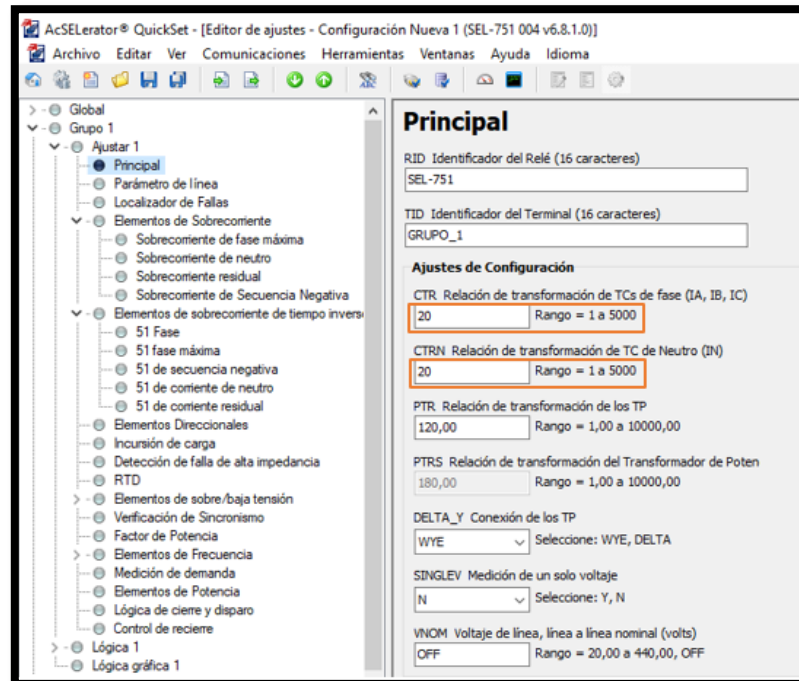


FIGURA 74: AJUSTES DE PARÁMETROS EN EL RELÉ DE 69 KV

3. Realizar la siguiente configuración de “**elementos de sobrecorriente (50)**”. Ingresar los nuevos datos “**Sobrecorriente de fase maxima**” en y “**Sobrecorriente de neutro**”

Ajustes de sobrecorriente de fase máxima (50P)

**Sobrecorriente de fase máxima**

**Elemento 1**

50P1P Pickup de sobre corriente de fase máxima (amp sec.)  
6,80 Rango = 0,50 a 100,00, OFF

50P1D Retardo de disparo del elemento de sobre corriente de  
0,20 Rango = 0,00 a 400,00

50P1TC Control de torque del elemento de sobre corriente de fase máxima (SELogic)  
1

FIGURA 75: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE EN EL RELÉ DE 13.8 KV

**Sobrecorriente de fase máxima**

**Elemento 1**

50P1P Pickup de sobre corriente de fase máxima (amp sec.)  
22,50 Rango = 0,50 a 100,00, OFF

50P1D Retardo de disparo del elemento de sobre corriente de  
0,20 Rango = 0,00 a 400,00

50P1TC Control de torque del elemento de sobre corriente de fase máxima (SELogic)  
1

FIGURA 76: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE FASE MÁXIMA EN EL RELÉ DE 69 KV

Ajustes de sobrecorriente de neutro (50N)

**Sobrecorriente de neutro**

**Elemento 1**

50N1P Nivel de disparo del elemento de sobre corriente de ne  
18,00 Rango = 0,50 a 100,00, OFF

50N1D Retardo de disparo del elemento de sobre corriente de  
0,20 Rango = 0,00 a 400,00

50N1TC Control de torque del elemento de sobre corriente de neutro (SELogic)  
1

FIGURA 77: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE NEUTRO EN EL RELÉ DE 13.8 KV



### Sobrecorriente de neutro

**Elemento 1**

50N1P Nivel de disparo del elemento de sobre corriente de ne  
 Rango = 0,50 a 100,00, OFF

50N1D Retardo de disparo del elemento de sobre corriente de  
 Rango = 0,00 a 400,00

50N1TC Control de torque del elemento de sobre corriente de neutro (SELogic)  
 ...

FIGURA 78: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE NEUTRO EN EL RELÉ DE 69 KV

4. Digitar los nuevos datos en “**elementos de sobrecorriente de tiempo inverso (51)**”.

Ajuste 51 Fase (51P)

### 51 Fase

**Fase A**

51AP Nivel de disparo del elemento de sobrecorriente de tiempo  
 Rango = 0,50 a 16,00, OFF

51AC Selección de curva TOC  
 Seleccione: U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5

51ATD Dial de tiempo TOC  
 Rango = 0,05 a 1,50

51ARS Retardo de restablecimiento EM  
 Seleccione: Y, N

51ACT Retardo adicional de disparo (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51AMR Tiempo mínimo de respuesta (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51ATC Control de torque del elemento de sobrecorriente de tiempo inverso de la fase (SELog)  
 ...

FIGURA 79: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO 13.8 KV

### 51 Fase

**Fase A**

51AP Nivel de disparo del elemento de sobrecorriente de tiempo  
 Rango = 0,50 a 16,00, OFF

51AC Selección de curva TOC  
 Seleccione: U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5

51ATD Dial de tiempo TOC  
 Rango = 0,05 a 1,50

51ARS Retardo de restablecimiento EM  
 Seleccione: Y, N

51ACT Retardo adicional de disparo (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51AMR Tiempo mínimo de respuesta (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51ATC Control de torque del elemento de sobrecorriente de tiempo inverso de la fase (SELog)  
 ...

FIGURA 80: AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO 69 KV

### Ajuste 51 de corriente de neutro (51N)

### 51 de neutro

**Elemento 1**

51N1P Nivel de disparo de sobrecorriente de tiempo inverso (amps sec.)  
 Rango = 0,25 a 24,00, OFF

51N1C Selección de curva de sobrecorriente de tiempo inverso  
 Seleccione: U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5

51N1TD Dial de tiempo de sobrecorriente de tiempo inverso  
 Rango = 0,05 a 1,50

51N1RS Retardo de reset EM  
 Seleccione: Y, N

51N1CT Sumador de tiempo constante (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51N1MR Tiempo de respuesta mínimo (segundos)  
 Rango = 0,00 a 1,00

51N1TC Control de torque de sobrecorriente de tiempo inverso de neutro (SELogic)  
 ...

FIGURA 81: AJUSTES DE CORRIENTE DE NEUTRO EN EL RELÉ DE 13.8 KV

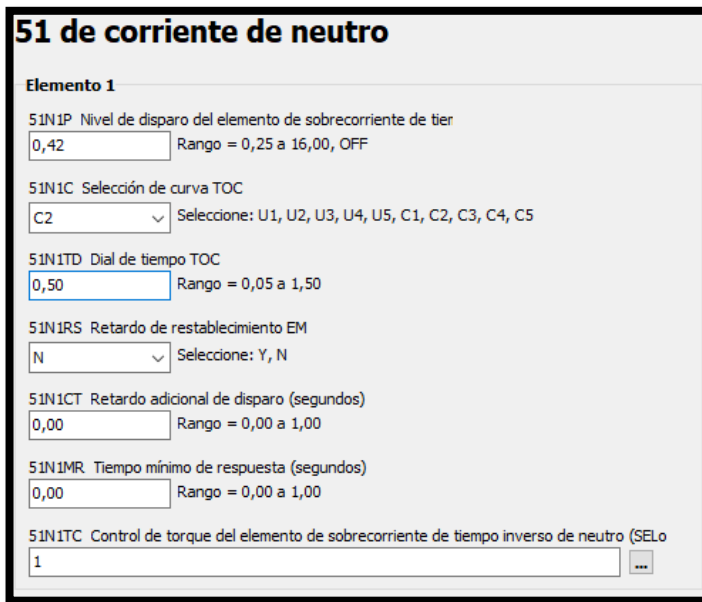


FIGURA 82: AJUSTES DE CORRIENTE DE NEUTRO EN EL RELÉ DE 69 KV

5. Seleccionar la “**lógica de cierre y de disparo**” y ubicarse en “**TR Disparo (SELLogic)**”, para escoger las condiciones de disparo del relé

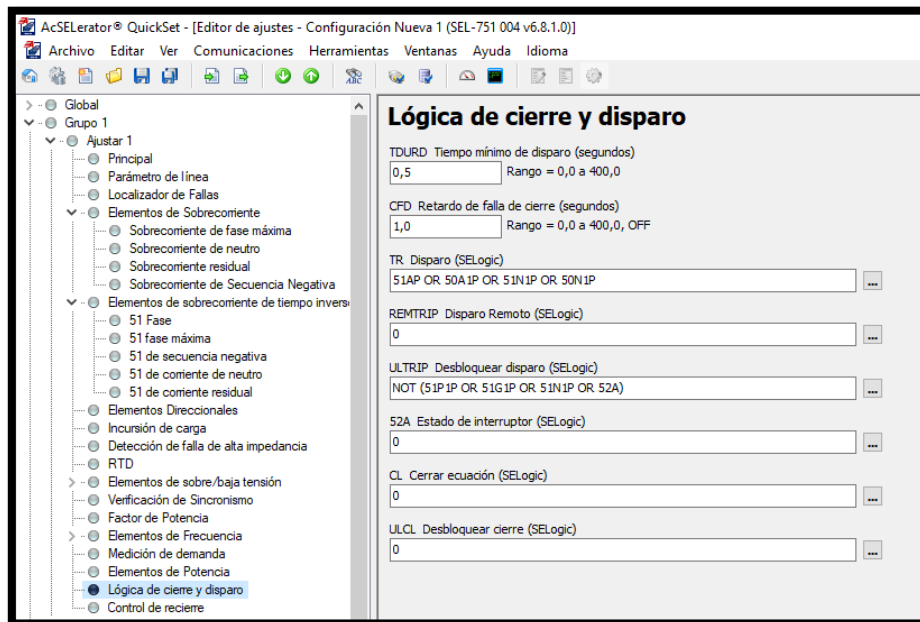

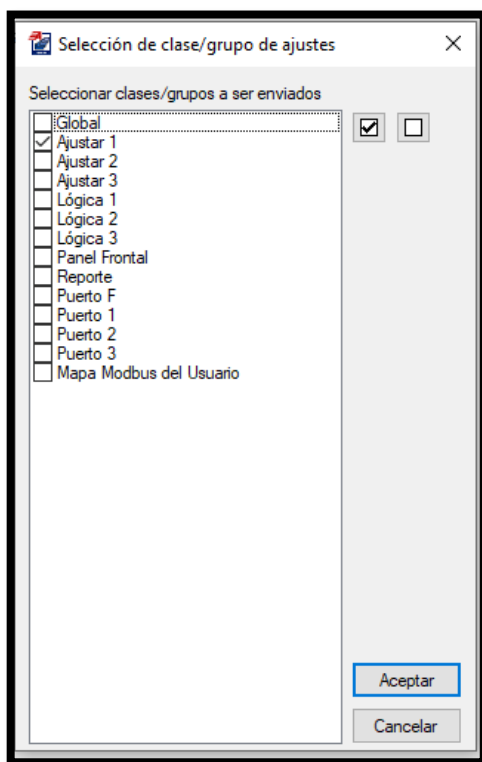


FIGURA 83: AJUSTES DE LÓGICA DE CIERRE Y DISPARO

6. Para subir los ajustes, dar clic a ese icono 
7. Indicar que ajustes desea subir al relé



8. Dar clic en aceptar para ingresar los ajustes.

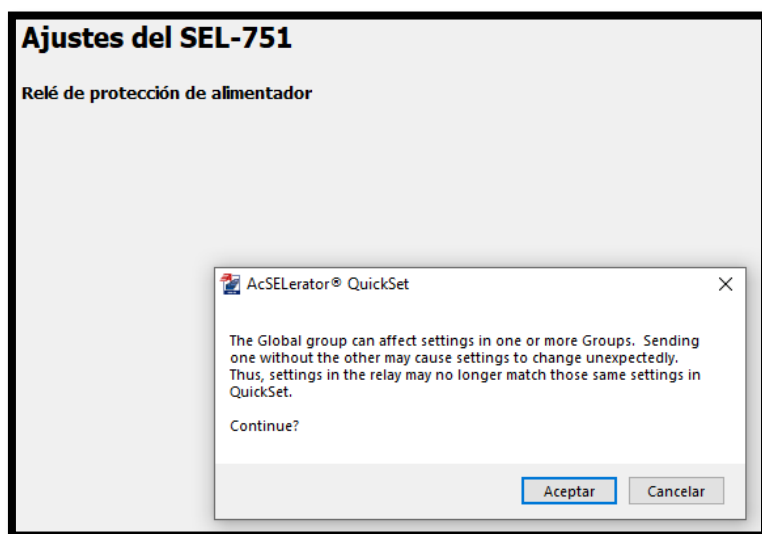


FIGURA 84: AJUSTES DEL SEL 751 FINALIZADO

### 3.8.7. Recursos utilizados

2 Computadoras, software Test Universe, 2 Relé de protección, maleta de inyección Omicron CMC 356

### 3.8.8. Registro de pruebas

Se realizó una prueba con el programa “ETAP” para la comprobación de las curvas de protección en la coordinación de relés.

#### Overcurrent:

##### Equipo en prueba - Parámetros de sobrecorriente

###### General - Valores:

Tol. tiem. abs.:	0,04 s	Conexión del TT:	n/a
To. tiem. rel.:	5,00 %	Conexión del pto. de estrella del TC:	n/a
Tol. corr. abs.:	0,05 Iref		
Tol. corr. rel.:	5,00 %		
Direccional:	No		

###### Elementos - Fase:

Activo	Nombre	Característica de disparo	I arranque	Tiempo	Relación de restauración:	Dirección
Sí	I #1 Fase	IEC / BS142 VI	0,78 Iref	0,50	0,95	No direccional
Sí	I #2 Fase	CEI Tiempo definido	1,35 Iref	0,20 s	0,95	No direccional

#### Módulo de prueba

Nombre:	OMICRON Overcurrent	Versión:	4.00
Comienzo:	13-ago.-2021 22:40:44	Fin:	13-ago.-2021 22:41:40
Nombre de usuario:		Administrador:	
Compañía:			

#### Ajustes de la prueba:

##### Modelo de Falta:

Referencia de tiempo:	Inicio de la falta
Corriente de carga:	0,000 A
Ángulo de carga:	n/a
Tiempo de pre-falta:	100,0 ms
Tiempo máx. abs.:	240,0 s
Tiempo de post-falta:	500,0 ms
Tiempo máx. rel.:	100,0 %
Activar salida de tensión:	No
Tensión de falta LN (todas fases menos las bifásicas):	n/a
Tensión de falta LL (para faltas bifásicas):	n/a
CC en disminución activa:	No
Constante de tiempo:	n/a
Tiempo mín. car. IP:	50,00 ms
Reposición térmica activa:	No
Método de Habilitar reposición:	n/a
Mensaje de reposición térmica:	n/a

##### Prueba de disparo:

Tipo	Relativa a	Factor	Magnitud	Ángulo	tnom.	tmin	tmax
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,282	5,000 A	n/a	23,93 s	18,53 s	32,52 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,462	5,700 A	n/a	14,63 s	11,99 s	18,25 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,667	6,500 A	n/a	10,13 s	160,0 ms	12,15 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	2,051	8,000 A	n/a	200,0 ms	160,0 ms	240,0 ms

### Salidas binarias:

Nombre	Estado
Sal.bin 1	0
Sal.bin 2	0
Sal.bin 3	0
Sal.bin 4	0

### Entradas binarias:

Lógica del trigger: And

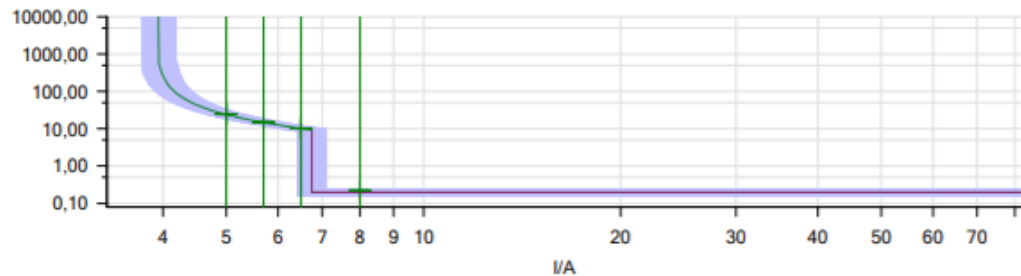
Nombre	Estado del trigger
Disparo	1
Arranque	X

### Resultados de la prueba de disparo:

Tipo	Relativa a	Factor	Magnitud	Ángulo	tnom.	treal	Desviación	Sobrecarga	Result
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,282	5,000 A	n/a	23,93 s	24,58 s	2,711 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,462	5,700 A	n/a	14,63 s	14,90 s	1,895 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,667	6,500 A	n/a	10,13 s	10,27 s	1,456 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	2,051	8,000 A	n/a	200,0 ms	223,6 ms	11,80 %	No	Correct

### Gráficos para tipos de falta:

Tipo	Ángulo
L1-L2-L3	n/a



### Estado:

4 de 4 puntos probados.  
4 puntos correctos.  
0 puntos incorrectos.

**Evaluación general: Prueba correcta**

## Overcurrent: Equipo en prueba - Parámetros de sobrecorriente

### General - Valores:

Tol. tiem. abs.:	0,04 s	Conexión del TT:	n/a
To. tiem. rel.:	5,00 %	Conexión del pto. de estrella del TC:	n/a
Tol. corr. abs.:	0,05 Iref		
Tol. corr. rel.:	5,00 %		
Direccional:	No		

### Elementos - Fase:

Activo	Nombre	Característica de disparo	I arranque	Tiempo	Relación de restauración:	Dirección
Si	I #1 Fase	IEC / BS142 VI	0,52 Iref	0,50	0,95	No direccional
Si	I #2 Fase	CEI Tiempo definido	4,50 Iref	0,20 s	0,95	No direccional

### Módulo de prueba

Nombre:	OMICRON Overcurrent	Versión:	4.00
Comienzo:	13-ago.-2021 21:52:23	Fin:	13-ago.-2021 21:52:49
Nombre de usuario:		Administrador:	
Compañía:			

### Ajustes de la prueba:

#### Modelo de Falta:

Referencia de tiempo:	Inicio de la falta
Corriente de carga:	0,000 A
Ángulo de carga:	n/a
Tiempo de pre-falta:	100,0 ms
Tiempo máx. abs.:	240,0 s
Tiempo de post-falta:	500,0 ms
Tiempo máx. rel.:	100,0 %
Activar salida de tensión:	No
Tensión de falta LN (todas fases menos las bifásicas):	n/a
Tensión de falta LL (para faltas bifásicas):	n/a
CC en disminución activa:	No
Constante de tiempo:	n/a
Tiempo mín. car. IP:	50,00 ms
Reposición térmica activa:	No
Método de Habilitar reposición:	n/a
Mensaje de reposición térmica:	n/a

#### Prueba de disparo:

Tipo	Relativa a	Factor	Magnitud	Ángulo	tnom.	tmin	tmax
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,912	5,000 A	n/a	7,401 s	6,364 s	8,681 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	2,868	7,500 A	n/a	3,613 s	3,188 s	4,110 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	3,824	10,00 A	n/a	2,390 s	2,127 s	2,692 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	4,780	12,50 A	n/a	1,786 s	1,596 s	2,002 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	5,736	15,00 A	n/a	1,425 s	1,277 s	1,593 s
L1-L2-L3	I #1 Fase	6,692	17,50 A	n/a	1,186 s	1,064 s	1,323 s

#### Salidas binarias:

Nombre	Estado
Sal.bin 1	0
Sal.bin 2	0
Sal.bin 3	0
Sal.bin 4	0

#### Entradas binarias:

Lógica del trigger: And

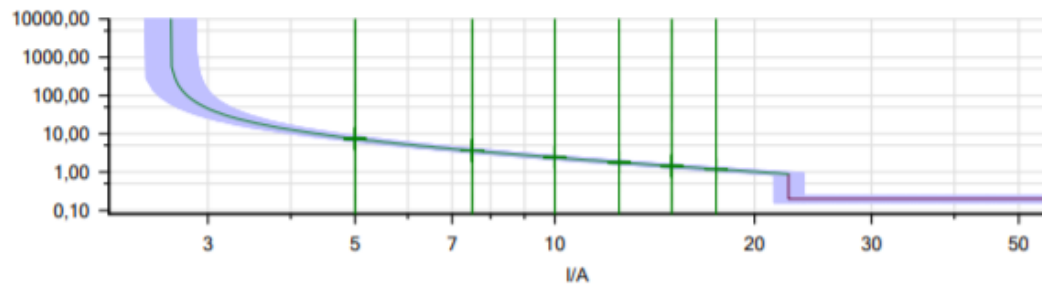
Nombre	Estado del trigger
Disparo	1
Arranque	X

#### Resultados de la prueba de disparo:

Tipo	Relativa a	Factor	Magnitud	Ángulo	tnom.	treal	Desviación	Sobrecarga	Result
L1-L2-L3	I #1 Fase	1,912	5,000 A	n/a	7,401 s	7,450 s	0,6655 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	2,868	7,500 A	n/a	3,613 s	3,637 s	0,6405 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	3,824	10,00 A	n/a	2,390 s	2,404 s	0,5753 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	4,780	12,50 A	n/a	1,786 s	1,797 s	0,6239 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	5,736	15,00 A	n/a	1,425 s	1,440 s	1,052 %	No	Correct
L1-L2-L3	I #1 Fase	6,692	17,50 A	n/a	1,186 s	1,195 s	0,8061 %	No	Correct

#### Gráficos para tipos de falta:

Tipo	Ángulo
L1-L2-L3	n/a

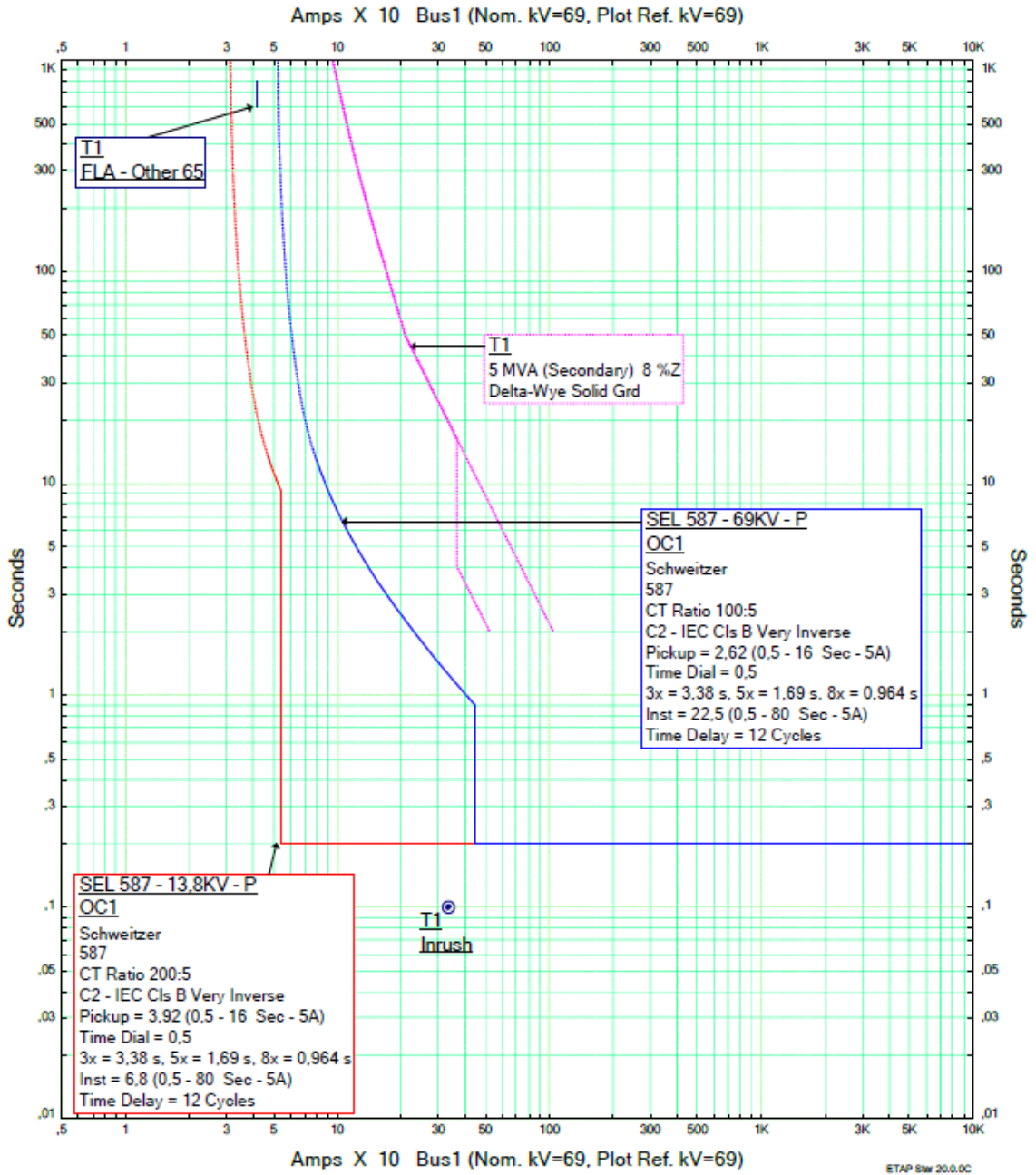


#### Estado:

6 de 6 puntos probados.  
6 puntos correctos.  
0 puntos incorrectos.

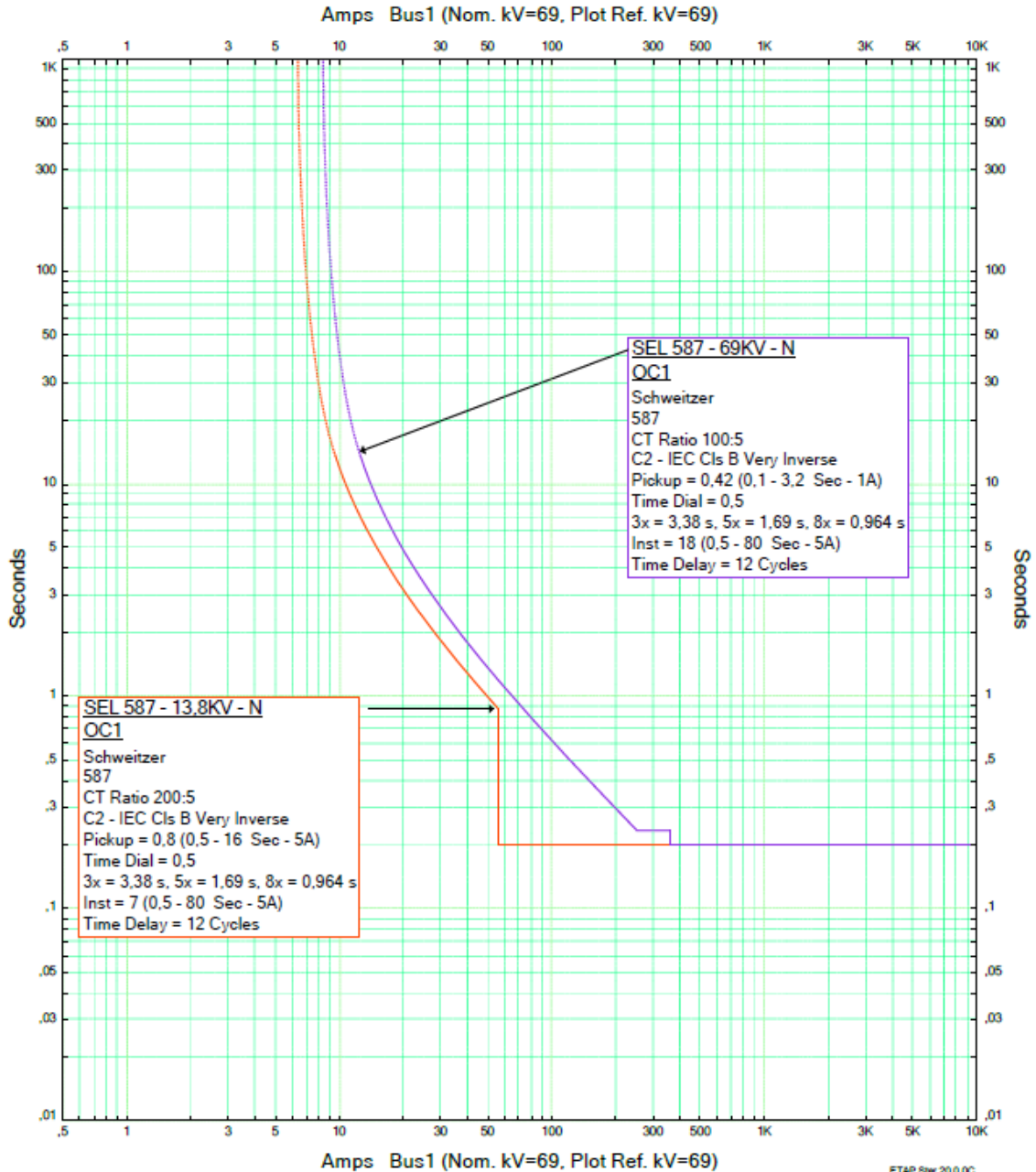
**Evaluación general: Prueba correcta**





Star3		ETAP Star 20.0.0C
Project: Location: Contract: Engineer: Filename: C:\ETAP 2000\PRÁCTICA\PRÁCTICA.OTI		Date: 08-18-2021 SN: Rev: Base Fault: Phase Circuit:

FIGURA 87: COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN (FASES) EN SOFTWARE ETAP



	Star3	ETAP Star 20.0.0C
Project: Location: Contract: Engineer: Filename: C:\ETAP 2000\PRÁCTICA\PRÁCTICA.OTI		Date: 08-18-2021 SN: Rev: Base Fault: Ground Circuit:

FIGURA 88: COORDINACIÓN DE PROTECCIONES (NEUTRO) EN SOFTWARE ETAP

## **CAPÍTULO 4**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

Las protecciones eléctricas nos permiten proteger los equipos de las diferentes fallas que se producen en los sistemas eléctricos de potencia, esta información nos permitirá efectuar los ajustes correctos del relé de protección SEL – 751, el cual nos garantizará que el sistema no se caiga y tenga continuidad cuando esté expuesto a disturbios, también nos permitirá conocer y maniobrar el equipo de inyección OMICRON CMC 356 el cual nos permitirá inyectar corriente y tensión a los relés de protección para realizar el estudio de coordinación de protecciones al implementar alguna protección a algún sistema de generación para que este garantice seguridad y que cuando se exponga a alguna falla el relé de protección SEL -751 se accione de manera rápida y eficaz para que protección de los equipos.

Esta guía de prácticas permitirá que los docentes y los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana se beneficien haciendo uso de los equipos de protecciones adquiridos en el laboratorio, formando así bases de profesionalismo en cada uno.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que se sigan los pasos descritos en cada práctica sin omisión de alguno y así poder evitar que el equipo de inyección o el relé de protección no tenga problemas a futuro.

Proveer los softwares mencionados en esta tesis para realizar las prácticas de manera que cualquier estudiante o docente perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana pueda ingresar al laboratorio de protecciones y efectuarlas de manera correcta.

Realizar pruebas de fallas en los sistemas eléctricos de potencia empleando otros equipos de protecciones como el SMRT 410 de Megger, para así comparar los valores de disparo que nos dan ambos equipos con los diferentes relés de protecciones que se pueden encontrar en el laboratorio de protecciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] OMICRON, “Cmc 356”, *Omicron*, pp. 1–3, 2018, [En línea]. Disponible en: <https://www.omicronenergy.com/en/products/cmc-356/>.
- [2] OMICRON, “IEC 61850 : introducción y soluciones de prueba Introducción a la norma IEC 61850”, *Iec 61850*, vol. 0, p. 12, 2004.
- [3] EmelNorte, “Manual de operación subestación Alpachaca 69 kV”, *EmelNoerte*, vol. 1, p. 99, 2013.
- [4] J. V. Martínez, “FUNDAMENTOS TEÓRICOS TRANSFORMADORES- Capítulo I”, pp. 17–26, 2020, doi: 10.2307/j.ctv1228j94.5.
- [5] “Tipos de Enfriamiento Transformadores | PDF | Radiador | Transformador”. <https://es.scribd.com/document/268222589/Tipos-de-Enfriamiento-Transformadores> (consultado ago. 22, 2021).
- [6] F. D. Barberán Núñez y M. F. Suárez Ordóñez, “Diseño y construcción de un módulo didáctico de protecciones de redes de distribución en sistemas eléctricos de potencia”, *Univ. Politécnica Sales. Sede Guayaquil*, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14178>.
- [7] M. M. HEREDIA BORJA y R. H. INTRIAGO BERNITA, “Análisis De Sistemas Trifásicos De Transformadores Conexión D - Y”, *Univ. Politécnica Sales. Sede Guayaquil*, p. 191, 2015, [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10450/1/UPS-GT001540.pdf>.
- [8] A. Vizquete, J. Sares, y R. Santana, *Diseño e implementación de un módulo didáctico de protecciones y sistemas eléctricos de potencia aplicado a sistemas de generación*. 2017.
- [9] “Prueba de relé de protección - Amperis”. <https://amperis.com/recursos/articulos/prueba-rele-proteccion/> (consultado ago. 26, 2021).

- [10] “Relés de protección | Schweitzer Engineering Laboratories”.  
<https://selinc.com/es/products-section/protective-relays/> (consultado ago. 26, 2021).
- [11] S. E. Laboratories, “Sel-700G”, 2020.
- [12] S. E. L. SEL, “SEL-751 Relay Feeder Protection Relay”, 2020.
- [13] S. E. Laboratories, “Sel-487E”, 2018.
- [14] S. E. Laboratories, “SEL-487B”, 2019.
- [15] “Fallas y Perturbaciones | PDF | Corriente eléctrica | Transformador”.  
<https://es.scribd.com/document/147946310/Fallas-y-Perturbaciones> (consultado ago. 18, 2021).
- [16] “tecnica de la alta tension”.  
[https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros\\_2007/libros/altatens/at-03/cap3.htm](https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros_2007/libros/altatens/at-03/cap3.htm) (consultado ago. 18, 2021).
- [17] “Sobretensiones de Maniobra | PDF | Energia electrica | voltaje”.  
<https://es.scribd.com/document/285922403/sobretensiones-de-maniobra> (consultado ago. 18, 2021).
- [18] “Sobretensiones permanentes: qué son - Aplicaciones Tecnológicas”.  
<https://at3w.com/blog/sobretensiones-permanentes-que-son-que-danos-pueden-causar-tipos-proteccion-adecuadas/> (consultado ago. 18, 2021).
- [19] “Sobrecarga - Wikipedia, la enciclopedia libre”.  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Sobrecarga> (consultado ago. 18, 2021).
- [20] “Proceso - proteccion sobrecorriente”.  
<https://sites.google.com/site/sobrecorr02/proceso> (consultado ago. 18, 2021).
- [21] J. Melorose, R. Perroy, y S. Careas, “Protecciones De Sistemas De Distribucion”, *Statew. Agric. L. Use Baseline 2015*, vol. 1, 2015.
- [22] “Intensidad de Cortocircuito. Calculos, Tipos, Protecciones y Cables.”  
<https://www.areatecnologia.com/electricidad/intensidad-cortocircuito.html>

- (consultado ago. 18, 2021).
- [23] “Tipos de fallas en el sistema de potencia”. <https://illustrationprize.com/es/456-types-of-faults-in-power-system.html> (consultado ago. 26, 2021).
- [24] “Transformador de Corriente o Trafo de Intensidad Aprende Facil”. [https://areatecnologia.com/electricidad/transformador-de-corriente.html#Tipos\\_de\\_Transformadores\\_de\\_Corriente](https://areatecnologia.com/electricidad/transformador-de-corriente.html#Tipos_de_Transformadores_de_Corriente) (consultado ago. 18, 2021).
- [25] Schweitzer Engineering Laboratories, “SEL-751A Feeder Protection Relay”, pp. 1–8, 2014.
- [26] SEL, “AcSELeRator QuickSet Flyer”, 2018, [En línea]. Disponible en: [selinc.com](http://selinc.com).
- [27] OMICROM, “Soluciones de prueba para sistemas de protección y medición Perfil de la empresa”, pp. 1–68, 2018, [En línea]. Disponible en: <https://www.omicronenergy.com/es/productos/test-universe/documents/>.
- [28] M. Jiménez y C. Oswaldo, *Coordinación de protecciones eléctricas para la Mini Central Hidroeléctrica Ing. Carlos Mora Carrión, de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.* 2021.
- [29] H. G. O. S. Xavier Andres Bustos Puentes, *Prueba de inyección de corriente secundaria a los relés de protecciones de los módulos de sistemas eléctricos de potencia utilizando la Omicron CMC 356.* 2020.
- [30] “Relé de Sobrecorriente Función 50 y 51 | PDF | Relé | Corriente eléctrica”. <https://es.scribd.com/doc/225958932/Rele-de-Sobrecorriente-Funcion-50-y-51> (consultado ago. 26, 2021).
- [31] J. Figueroa, *PROTECCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS.* .

## 6. ANEXOS

### Anexo 1: Características técnicas de los IEDs existentes en el laboratorio de protecciones

# SEL-751

## Feeder Protection Relay

### Specifications

---

<p><b>Power Supply</b></p> <p>125/250 Vdc or 120/240 Vac</p> <p>Rated Supply Voltage: 110–240 Vac, 50/60 Hz 110–250 Vdc</p> <p>Input Voltage Range: 85–264 Vac 85–300 Vdc</p> <p>Power Consumption: &lt; 40 VA (ac) &lt; 20 W (dc)</p> <p>Interruptions: 50 ms @ 125 Vac/Vdc 100 ms @ 250 Vac/Vdc</p> <p><b>Dimensions</b></p> <p>144.0 mm (5.67 in.) x 192.0 mm (7.56 in.) x 147.4 mm (5.80 in.)</p> <p><b>Weight</b></p> <p>2.7 kg (6.0 lbs)</p>	<p><b>AC Current Input</b></p> <p>Phase and Neutral Currents</p> <p><math>I_{NOM} = 1 \text{ A}</math> or 5 A secondary, depending on model.</p> <p><b><math>I_{NOM} = 5 \text{ A}</math></b></p> <p>Continuous Rating: 15 A, linear to 100 A symmetrical 500 A</p> <p>1 Second Thermal: 500 A</p> <p>Burden (per phase): &lt; 0.1 VA</p> <p><b>AC Voltage Inputs</b></p> <p><math>V_{NOM}</math> (L-L) Setting Range: 20–250 V (if DELTA_Y := DELTA) 20–440 V (if DELTA_Y := WYE)</p> <p>Rated Continuous Voltage: 300 Vac</p> <p>10 Second Thermal: 600 Vac</p> <p>Burden: &lt; 0.1 VA</p> <p>Input Impedance: 4 MΩ differential (phase-phase)</p>
--	--

### Communications Interfaces

	Communications Port Interfaces	Location	Feature
<b>PORT F</b>	EIA-232	Front	Standard
<b>PORT 1</b>	Option 1: 10/100BASE-T Ethernet (RJ-45 connector) Option 2: Dual, redundant 10/100 BASE-T Ethernet (Port 1A, Port 1B)	Rear	Ordering Option
<b>PORT 2<sup>a</sup></b>	Multimode Fiber-Optic Serial (ST <sup>®</sup> connector)	Rear	Standard
<b>PORT 3</b>	Option 1: EIA-232 Option 2: EIA-485	Rear	Ordering Option
<b>PORT 4</b>	Option 1: EIA-232 or EIA-485 Serial Communications Card Option 2: DeviceNet Communications Card <sup>b</sup>	Rear	Ordering Option

### Communications Protocols

	PORT	Supported Protocol
<p><b>NOTE:</b> FTP, Modbus, and DeviceNet protocols ignore the hide rules of the settings.</p>	<b>PORT F</b>	SEL ASCII and Compressed ASCII Protocols, SELBOOT, File Transfer Protocol, Modbus RTU Slave, C37.118 Protocol (synchrophasor data), and Event Messenger
	<b>PORT 1</b>	Modbus TCP/IP, FTP, TCP/IP, IEC 61850, DNP3 LAN/WAN, SNTP, and Telnet TCP/IP (SEL ASCII, Compressed ASCII, SEL Fast Meter, SEL Fast Operate, SEL Fast SER, SEL Fast Message) <sup>a</sup>
	<b>PORT 2</b>	All the protocols supported by <b>Port 3</b>
	<b>PORT 3</b>	SEL ASCII and Compressed ASCII Protocols, SEL Fast Meter, SEL Fast Operate, SEL Fast SER, SEL Fast Message, SEL Settings File Transfer, SEL MIRRORRED BITS, DNP3, Modbus RTU Slave, C37.118 Protocol (synchrophasor data), and Event Messenger
	<b>PORT 4</b>	All the protocols supported by <b>Port 3</b> and DeviceNet

FIGURA 89: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE RELÉ SEL 751

# SEL-700G

## Generator and Intertie Protection Relays

### Specifications

<b>Power Supply</b> 125/250 Vdc or 120/240 Vac		<b>AC Current Input</b> Phase and Neutral Currents	
Rated Supply Voltage:	110–240 Vac, 50/60 Hz 110–250 Vdc	$I_{NOM} = 1 \text{ A}$ or 5 A secondary, depending on model.	
Input Voltage Range:	85–264 Vac 85–300 Vdc	<b><math>I_{NOM} = 5 \text{ A}</math></b>	
Power Consumption:	< 40 VA (ac) < 20 W (dc)	Continuous Rating:	15 A, linear to 100 A symmetrical
Interruptions:	50 ms @ 125 Vac/Vdc 100 ms @ 250 Vac/Vdc	1 Second Thermal:	500 A
		Burden (per phase):	< 0.1 VA
<b>Dimensions</b> 144.0 mm (5.67 in.) x 192.0 mm (7.56 in.) x 147.4 mm (5.80 in.)		<b>AC Voltage Inputs</b> $V_{NOM}$ (L-L) Setting Range:	
<b>Weight</b> 2.7 kg (6.0 lbs)		20–250 V (if DELTA_Y:= DELTA) 20–440 V (if DELTA_Y:= WYE)	
		Rated Continuous Voltage:	300 Vac
		10 Second Thermal:	600 Vac
		Burden:	< 0.1 VA
		Input Impedance:	4 M $\Omega$ differential (phase-phase)

### Communications Interfaces

	Communications Port Interfaces	Location	Feature
<b>PORT F</b>	EIA-232	Front	Standard
<b>PORT 1</b>	Option 1: 10/100BASE-T Ethernet (RJ-45 connector) Option 2: Dual, redundant 10/100 BASE-T Ethernet (Port 1A, Port 1B)	Rear	Ordering Option
<b>PORT 2<sup>a</sup></b>	Multimode Fiber-Optic Serial (ST <sup>®</sup> connector)	Rear	Standard
<b>PORT 3</b>	Option 1: EIA-232 Option 2: EIA-485	Rear	Ordering Option
<b>PORT 4</b>	Option 1: EIA-232 or EIA-485 Serial Communications Card Option 2: DeviceNet Communications Card <sup>b</sup>	Rear	Ordering Option

### Communications Protocols

	PORT	Supported Protocol
<b>NOTE:</b> FTP, Modbus, and DeviceNet protocols ignore the hide rules of the settings.	<b>PORT F</b>	SEL ASCII and Compressed ASCII Protocols, SELBOOT, File Transfer Protocol, Modbus RTU Slave, C37.118 Protocol (synchrophasor data), and Event Messenger
	<b>PORT 1</b>	Modbus TCP/IP, FTP, TCP/IP, IEC 61850, DNP3 LAN/WAN, SNTP, and Telnet TCP/IP (SEL ASCII, Compressed ASCII, SEL Fast Meter, SEL Fast Operate, SEL Fast SER, SEL Fast Message) <sup>a</sup>
	<b>PORT 2</b>	All the protocols supported by Port 3
	<b>PORT 3</b>	SEL ASCII and Compressed ASCII Protocols, SEL Fast Meter, SEL Fast Operate, SEL Fast SER, SEL Fast Message, SEL Settings File Transfer, SEL MIRRORRED BITS, DNP3, Modbus RTU Slave, C37.118 Protocol (synchrophasor data), and Event Messenger
	<b>PORT 4</b>	All the protocols supported by Port 3 and DeviceNet

FIGURA 90: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE RELÉ SEL 700G



# Especificaciones SEL-487B

## General

<b>Entradas de corriente CA (21 en total)</b>	5 A nominales 1 A nominal
<b>Entradas de voltaje CA (3 en total)</b>	300 Vca continuo, 600 Vca por 10 segundos
<b>Serial</b>	1 puerto serial EIA-232 en el panel trasero y 3 en el panel frontal 300–57,600 bps
<b>Ethernet</b>	Los protocolos de comunicaciones incluyen FTP, Telnet, DNP3 LAN/WAN, SNMP, PRP y IEC 61850 Edición 2 (opcional). Elija entre las siguientes opciones de puerto: <ul style="list-style-type: none"> <li>Dos puertos de red de par trenzado 10/100BASE-T</li> <li>Dos puertos de red de fibra óptica 100BASE-FX</li> <li>Un puerto de red de par trenzado 10/100BASE-T y un puerto de red de fibra óptica 100BASE-FX</li> </ul>
<b>Puertos TIDL</b>	Puertos de fibra óptica 8 Rango: ~2 km Velocidad de datos: 100 Mbps
<b>Puertos de valores muestreados</b>	Escoja entre las siguientes opciones de puertos de comunicaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuatro puertos de red de par trenzado 10/100BASE-T</li> <li>Cuatro puertos de red de fibra óptica 100BASE-FX</li> <li>Dos puertos de red de par trenzado 10/100BASE-T y dos puertos de red de fibra óptica 100BASE-FX</li> </ul> Subscriptor: Tantos como 4 SV flujos de datos Velocidad de datos: 80 muestras por ciclo
<b>Entrada de tiempo preciso</b>	Entrada de tiempo IRIG-B demodulada y PTPv2
<b>Procesamiento</b>	Entradas de tensión y corriente de CA: Entradas de voltaje y corriente CA: 8,000 muestras por segundo Procesamiento de Protección y Control: 12 muestras por ciclo del sistema de potencia
<b>Fuente de poder</b>	24–48 Vcd 48–125 Vcd u 110–120 Vca 125–250 Vcd u 110–240 Vca
<b>Temperatura de operación</b>	–40° a +85°C (–40° a +185°F) Nota: El contraste de la pantalla de LCD resulta afectado con temperaturas menores a –20°C (–4°F) y mayores a +70°C (+158°F).

FIGURA 91: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE RELÉ SEL 487 B

# Especificaciones del SEL-487E

General	
<b>Entradas de corriente CA (18 en total)</b>	5 A nominales 1 A nominal 1 A/5 A nominal (solo la terminal Y [REF])
<b>Entradas de voltaje CA (6 en total)</b>	300 V <sub>CA</sub> continuo, 600 Vca por 10 segundos
<b>Entradas de voltaje LEA</b>	0–8 V <sub>CA</sub> continuo, 300 Vca por 10 segundos
<b>Serial</b>	1 puertos seriales EIA-232 en el panel frontal y 3 en el panel trasero 300–57,600 bps
<b>Ethernet</b>	Los protocolos de comunicaciones incluyen FTP, Telnet, sincrofasores, DNP3 LAN/WAN, SNMP, PRP y IEC 61850 Edición 2 (opcional).  Elija entre las siguientes opciones de puerto: Dos puertos de red de par trenzado 10/100BASE-T Dos puertos de red de fibra óptica 100BASE-FX Un puerto de red de par trenzado 10/100BASE-T y un puerto de red de fibra óptica 100BASE-FX
<b>Puertos TIDL</b>	Puertos de fibra óptica: 8 Rango: –2 km Velocidad de datos: 100 Mbps
<b>Puertos SV</b>	Elija entre las siguientes opciones de puerto de comunicaciones: Cuatro puertos de red de par trenzado 10 / 100BASE-T Cuatro puertos de red de fibra óptica 100BASE-FX Dos puertos de red de par trenzado 10 / 100BASE-T y dos puertos de red de fibra óptica 100BASE-FX Subscriber: hasta 4 SV flujos de datos Velocidad de datos: 80 muestras por ciclo
<b>Entrada de tiempo exacto</b>	Entrada de tiempo IRIG-B demodulada y PTPv2
<b>Synchrophasers</b>	Norma IEEE C37.118 Hasta 60 mensajes por segundo
<b>Procesamiento</b>	Entradas de voltaje y corriente CA: 8,000 muestras por segundo Procesamiento de Protección y Control: 8 veces por ciclo de sistema de potencia
<b>Fuente de alimentación</b>	24–48 Vcd 48–125 Vcd u 110–120 Vca 125–250 Vcd u 110–240 Vca
<b>Temperatura de operación</b>	–40 ° a +85 °C (–40 ° a +185 °F) Nota: El contraste de la pantalla de LCD resulta afectado por temperaturas menores a –20°C (–4°F) y mayores a +70°C (+158°F).

FIGURA 92: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE RELÉ SEL 487 E

## Anexo 2: Características de la OMICRON CMC 356

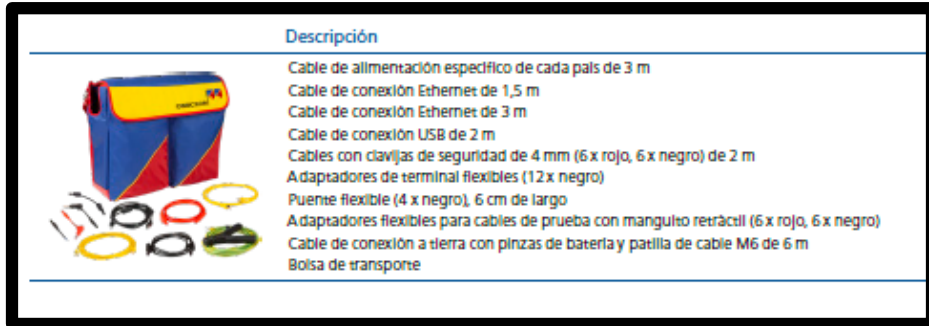


FIGURA 93: DESCRIPCION DE LOS MATERIALES DE LA OMICRON

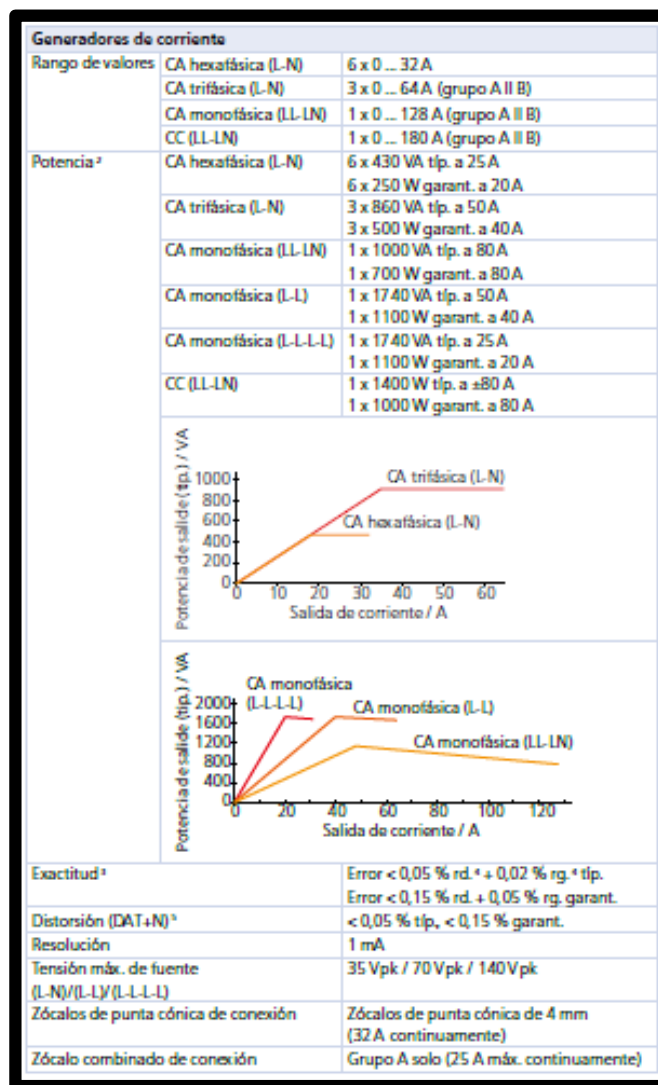


FIGURA 94: CARACTERISITICAS DE GENERADORES DE CORRIENTES OMICRON

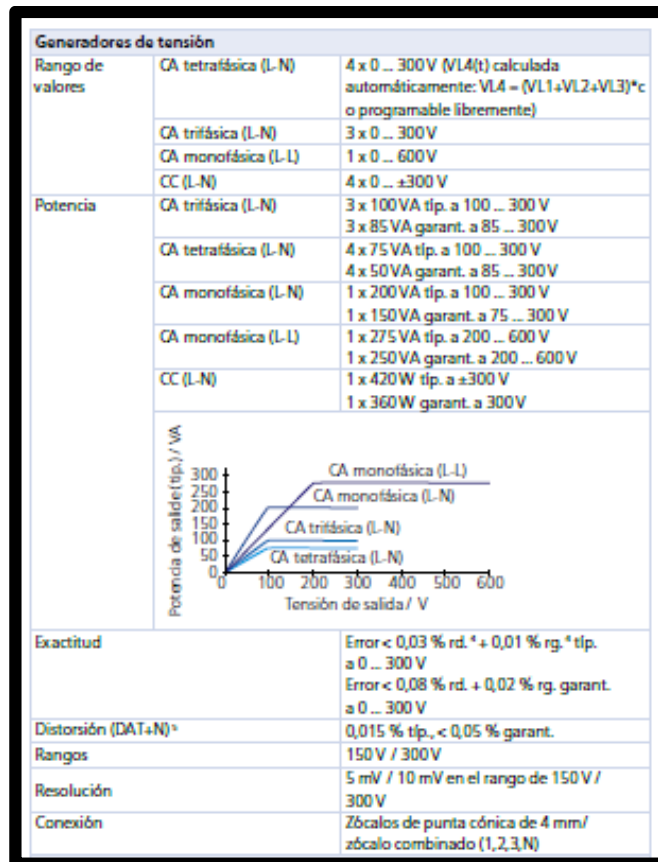


FIGURA 95: CARACTERISITICAS DE GENERADORES DE TENSION OMICRON