



**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 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL EMPLEANDO EL MÓDULO DE  
TRANSFERENCIAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE INSTALACIONES  
INDUSTRIALES”

**AUTORES**

Bravo Salvatierra Steven Vicente

Cepeda Ushca Jaime Ruben

**DIRECTOR:** Ing. Gary Ampuño Avilés, Msc

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

2021

## **CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, **STTEVEN VICENTE BRAVO SALVATIERRA** y **JAIME RUBEN CEPEDA USHCA** 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, 20/10/2021



---

Steven Vicente Bravo Salvatierra

Cédula: 0950384727



---

Jaime Rubén Cepeda Ushca

cédula: 0941657165

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

Yo, **STTEVEN VICENTE BRAVO SALVATIERRA**, con documento de identificación N° **0950384727**, 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 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL EMPLEANDO EL MÓDULO DE TRANSFERENCIAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES**” 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, 20/10/2021



---

Steven Vicente Bravo Salvatierra

Cédula: 0950384727

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

Yo, **JAIME RUBEN CEPEDA USHCA**, con documento de identificación N° **0941657165**, 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 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL EMPLEANDO EL MÓDULO DE TRANSFERENCIAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES”** 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, 20/10/2021



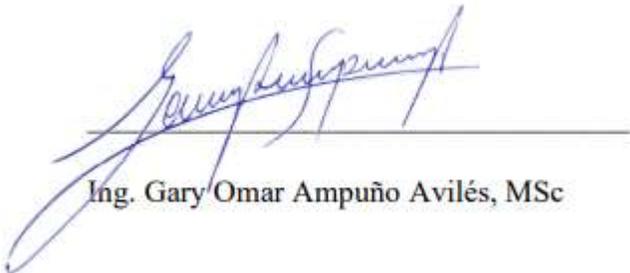
Jaime Rubén Cepeda Ushca

Cédula: 094165716-5

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

Yo, **GARY OMAR AMPUÑO AVILES**, director del proyecto de Titulación denominado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL EMPLEANDO EL MÓDULO DE TRANSFERENCIAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES”** realizado por los estudiantes **STTEVEN VICENTE BRAVO SALVATIERRA** y **JAIME RUBEN CEPEDA USHCA**, certifico que ha sido orientado y revisado durante su desarrollo, por cuanto se aprueba la presentación del mismo ante las autoridades pertinentes.

Guayaquil, 20/10/2021



Ing. Gary Omar Ampuño Avilés, MSc

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de titulación a Dios por darme la fortaleza en cada momento y de manera especial a mis queridos padres quienes con todo su amor y cariño me han brindado todo su apoyo y guía en el transcurso de toda mi carrera universitaria, pues sin ellos no hubiese sido posible alcanzar esta meta.

También le dedico esta tesis a mis hermanos y amigos que se hicieron presente cuando necesitaba ayuda, la misma que fue fundamental para culminar mi carrera.

**Stteven Vicente Bravo Salvatierra**

Este trabajo se lo dedico a Dios, quien me guio y fortaleció en cada caída y me cubrió con sus bendiciones. A mis padres quienes fueron el pilar fundamental en todo este trayecto para cumplir mis metas y por enseñarme a no rendirme en situaciones difíciles.

A mi esposa e hijo por qué han estado conmigo en tiempos de escasez y de abundancia.

A toda mi familia quienes me aconsejaron y me motivaron para alcanzar mis sueños.

**Jaime Rubén Cepeda Ushca**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le doy gracias a Dios por este proyecto de titulación, por estar siempre a mi lado, por ser mi guía y brindarme las fuerzas necesarias cuando lo más necesite.

A mis padres, por toda su ayuda durante mis estudios universitarios, también agradezco a toda mi familia y amigos por sus consejos que me fortalecían.

Mi gratitud a la Universidad Politécnica Salesiana y a los docentes que contribuyeron para prepararme para el campo académico y profesional.

A mis amigos y compañeros que me ayudaron en el trascurso de mi carrera para poder culminarla con éxito y en especial a la Lcda. Ivette Moreira que me ha brindado su apoyo y consejos.

**Stteven Vicente Bravo Salvatierra**

Agradezco en primer lugar a Dios ya que se merece la gloria y la honra por haberme brindado el conocimiento, la paciencia y las fuerzas para poder culminar esta etapa de mi vida y sé que sin su voluntad nada de esto fuera posible. A mis padres que siempre estuvieron dispuestos a brindarme su apoyo económico y emocional, a la confianza en mí y sus sabios consejos para ser la persona que hoy en día soy.

De la misma manera a mi esposa Gabriela Gualli, quien ha sido una ayuda idónea por ser mi compañera de vida y es quien me ha dado las fuerzas durante todo este proceso hasta el día de hoy y porque tengo la seguridad de cumplir todas mis metas junto a ella.

A si también a mi hijo Mathias Cepeda, ya que es la razón por la que sigo aún en pie de lucha y tengo el privilegio de verlo crecer y disfrutar este logro conmigo.

**Jaime Rubén Cepeda Ushca**

## RESUMEN

El propósito del actual proyecto técnico es simular un sistema de transferencia automática para una industria empleando el tablero de entrenamiento actual situado dentro del laboratorio de sistemas industriales, en ella se estable las condiciones de falla en la red pública como: pérdida de fase, caída y subida de voltaje. Luego se procede a realizar los ajustes y conexiones necesario a los elementos de control como supervisor de tensión, Unidad Automática, Interclavamiento eléctrico, Platinas de mando, temporizadores y relés.

Mediante los diferentes arreglos a los elementos en el módulo de transferencia Automática se simula una planta industrial procesadora de goma que se encuentra energizada a la red pública donde un supervisor de tensión monitoreara constantemente la calidad del suministro eléctrico.

En condición de falla o anormal, el supervisor de tensión envía una señal de alerta a la unidad automática, que a su vez envía una señal de control para el encendido del grupo electrógeno, dejando lista para el ingreso a la red. Luego la unidad automática deshabilita el breaker motorizado de la red pública y el interbloqueo eléctrico/mecánico de la red pública, de la misma manera la Unida automática envía una señal al temporizado, que iniciará a contar el tiempo para la activación del breaker motorizado del Generador, haciendo que la carga sea suministrada de energía a través del grupo electrógeno.

Finalmente, se elabora un manual de instrucciones para las configuraciones iniciales y el cableado del dispositivo de control y elementos de fuerza.

## **ABSTRACT**

The purpose of the current technical project is to simulate an automatic transfer system for an industry using the existing training module in the industrial systems laboratory, for which the failure conditions in the public electrical source are established, such as: phase loss, Under and Low voltage. Then, the necessary adjustments and connections are made into the control elements such as: Voltage Supervisor, Automatic Unit, Electrical Interlock, Control boards, timers and relays.

Through the different arrangements of the elements in the Automatic transfer module, an industrial rubber processing plant is simulated that is energized to the public grid for which a voltage supervisor constantly monitors the quality of the electricity supply.

In a fault or abnormal condition, the voltage supervisor sends an alert signal to the automatic unit, which in turn sends a control signal to start the generator set, leaving it ready for entry to the grid. Then the automatic unit disables the motorized breaker of the public network and the electrical / mechanical interlock of the public network, in the same way the automatic unit sends a signal to the timer, which will start counting the time for the activation of the motorized generator breaker, causing the load to be supplied with energy through the generator set.

Finally, an instruction manual is prepared for the initial configurations and the wiring of the control device and force elements.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
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
INDICES DE ANEXOS.....	xix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	21
CAPÍTULO 1.....	23
1 EL PROBLEMA.....	23
1.1 Descripción del Problema.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2 Justificación.....	24
1.3 Delimitación.....	24

1.4	Objetivos .....	25
1.4.1	Objetivo General .....	25
1.4.2	Objetivos Específicos .....	25
1.5	Marco Metodológico .....	25
CAPÍTULO 2 .....		27
2	ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO .....	27
2.1	Estado del Arte .....	27
2.2	Sistemas de distribución de energía .....	28
2.2.1	Centros de generación .....	28
2.2.2	Sistema de transmisión .....	29
2.2.3	Sistema de subtransmisión .....	29
2.2.4	Sistema de distribución primaria .....	29
2.2.5	Sistema de distribución secundaria .....	29
2.3	Fallas y sus causas en Sistemas Eléctricos de Potencia .....	30
2.3.1	Condiciones ambientales .....	30
2.3.2	Errores humanos .....	31
2.3.3	Falla del equipo .....	31
2.4	Sistemas de suministro de energía de emergencia (EPSS) .....	31
2.4.1	Clasificación de Sistemas de suministro de energía de emergencia .....	32
2.4.1.1	Nivel .....	32
2.4.1.2	Clase .....	33
2.4.1.3	Tipo .....	33
2.4.2	Partes Sistemas de suministro de energía de emergencia .....	34
2.5	Interruptor de transferencia automática .....	34
2.5.1	Configuración de un Interruptor de transferencia automática .....	34

2.5.1.1	Empresa Eléctrica Publica – Generador de Emergencia .....	34
2.5.1.2	Red Pública - Red Pública .....	35
2.5.1.3	Generador-Generador .....	35
2.6	Grupo Electrónico de emergencia .....	36
2.6.1	Partes de un grupo electrónico .....	36
2.6.1.1	Motor a Gasolina. ....	36
2.6.1.2	Sistema eléctrico del motor.....	37
2.6.1.3	Sistema de refrigeración. ....	37
2.6.1.4	Alternador. ....	37
2.6.1.5	Depósito de combustible y bancada... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
2.6.1.6	Aislamiento de la vibración. ....	37
2.6.1.7	Silenciador y sistema de escape.....	37
2.6.1.8	Sistema de control.....	37
2.6.1.9	El motor. ....	38
2.7	Generadores de Energía .....	38
2.7.1	Generadores domésticos de reserva .....	39
2.7.2	Generadores portátiles.....	39
2.7.3	Generador eléctrico a gas .....	40
2.7.4	Generador eléctrico a diésel .....	41
2.8	Estándar IEC 60947-6.....	42
2.8.1	Requisitos.....	42
2.8.2	Características de los equipos asignados por el fabricante .....	42
2.8.3	Operación del equipo .....	43
2.8.4	Pruebas y sus métodos de ensayo.....	43
2.8.5	Rotulado del equipo .....	44

2.8.6	Requisitos de producto.....	45
CAPÍTULO 3.....		46
3 MATERIALES Y PROCEDIMIENTO PARA SIMULACIÓN DE FALLA EN MÓDULO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA .....		46
3.1	Módulo de transferencia automática.....	46
3.1.1	Diagrama de bloques del módulo.....	47
3.2	Componentes empleados en el módulo de transferencia de energía.....	47
3.2.1	Supervisor de voltaje.....	47
3.2.2	Luces piloto.....	48
3.2.3	Selector.....	48
3.2.4	Analizador de red .....	49
3.2.5	Unidad Automática. ....	50
3.2.6	Platina de Mando Auxiliar. ....	50
3.2.7	Interbloqueo Eléctrico.....	51
3.2.8	Breakers Motorizados. ....	52
3.2.9	Contactador.....	53
3.2.10	Transformador de Corriente.....	53
3.2.11	Temporizador multifunción. ....	54
3.2.12	Breaker .....	54
3.2.13	Relé de Control .....	54
3.2.14	Sistema de alimentación ininterrumpido... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
3.3	Metodología para simulación de fallas en el Módulo de transferencia automática 56	
3.3.1	Entrada de línea monofásica de Red Pública a través del funcionamiento de arranque forzado detectada por el dispositivo de unidad Automática .....	57
3.3.1.1	Conexiones para el diagrama de fuerza .....	57

3.3.1.2	Conexiones para el Sistema de Control .....	60
3.3.1.3	Arranque de Operación .....	61
3.3.2	Entrada de línea monofásica del Grupo Electrógeno a través del funcionamiento de arranque forzado detectada por el dispositivo de unidad Automática.....	63
3.3.2.1	Conexiones para el diagrama de fuerza .....	63
3.3.2.2	Conexiones para el Sistema de Control .....	67
3.3.2.3	Arranque de Operación .....	68
3.3.3	Prueba de transferencia automática mediante la simulación de falla en la red eléctrica pública censada por la unidad automática e ingreso de grupo electrógeno.	70
3.3.3.1	Detalles del Funcionamiento .....	70
3.3.3.2	Conexiones para el diagrama de fuerza .....	71
3.3.3.3	Conexiones para el Sistema de Control .....	75
3.3.3.4	Arranque de Operación .....	78
3.3.4	Prueba de transferencia automática mediante la simulación de falla en la red eléctrica pública censada por la censada por el supervisor de tensión para ingreso de grupo electrógeno. ....	80
3.3.4.1	Detalles del Funcionamiento .....	80
3.3.4.2	Conexiones para el diagrama de fuerza .....	84
3.3.4.3	Conexiones para el Sistema de Control .....	88
3.3.4.4	Arranque de Operación .....	91
CAPÍTULO 4.....		93
4	Diseño e implementación de una planta industrial en el Módulo de transferencia Automática .....	93
4.1	Funcionamiento del Sistema de Transferencia Automática.....	93
4.1.1	Flujograma del sistema de transferencia automática .....	94

4.1.2	Diagrama de Unifilar de planta industrial.....	94
4.2	Diagrama de conexiones del sistema de fuerza.....	95
4.3	Diseño de sistema de transferencia Automática.....	97
4.3.1	Diagrama de conexión de elementos ACP – UA - IVE.....	97
4.3.1	Diagrama de conexión - Ingreso de Generador.....	98
4.3.1	Configuración de control – Salida de carga no prioritaria .....	99
4.4	Resultado y prueba de funcionamiento – Caída de Tensión.....	100
CAPÍTULO 5 .....		102
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	102
5.1	CONCLUSIONES .....	102
5.2	RECOMENDACIONES .....	103
6	BIBLIOGRAFÍA .....	104
7	ANEXOS .....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de bloques del interruptor de transferencia automática típico [9] ...	21
Figura 2: Ubicación geográfica de la UPS sede GYE Sur .....	25
Figura 3: Diagrama de flujo de funcionamiento de sistema de transferencia [17] .....	26
Figura 4: Estructura general de los sistemas de potencia.....	30
Figura 5: Esquema de un Sistemas de suministro de energía de emergencia .....	31
Figura 6: Esquema Red Pública - Generador [30] .....	35
Figura 7: Esquema Red Pública – Red Pública [30] .....	35
Figura 8: Esquema Generador - Generador [30].....	36
Figura 9: Partes de un grupo electrógeno [31].....	38
Figura 10: Generadores de reserva domésticos [33] .....	39
Figura 11: Generador Eléctrico Portátil [32] .....	40
Figura 12: Gas eléctrico a gas Residencial [34].....	40
Figura 13: Generador eléctrico a dieses de 7 kVA Trifásico (3Ø) [35].....	41
Figura 14: Módulo de transferencia Automática .....	46
Figura 15: Diagrama de bloques del Módulo.....	47
Figura 16: Supervisor de voltaje - Módulo de transferencia [17] .....	48
Figura 17: Luces Pilotos y Selectores - Módulo de transferencia.....	49
Figura 18: Analizador de Red - Módulo de transferencia [17] .....	49
Figura 19: Unidad Automática - Módulo de transferencia [17].....	50
Figura 20: Platina de Mando - Módulo de Transferencia [17].....	51
Figura 21: Interbloqueo eléctrico - Módulo de Transferencia [17].....	52
Figura 22: Breaker Motorizado - Módulo de Transferencia [17] .....	52
Figura 23: Contador trifásico - Módulo de transferencia.....	53
Figura 24: Sistema de alimentación ininterrumpido - Módulo de transferencia [17] .....	55
Figura 25: Elementos de la práctica ACP, IVE y UA.....	57
Figura 26: Conexiones de Red Pública a BM1 .....	57
Figura 27: Conexión de BM1 – Barra de Carga “N” .....	58
Figura 28: Conexión Neutro de Red Publica a Barra de carga “N” .....	58
Figura 29: Conexión de Barra de carga “N” a Terminales U, V y W.....	59

Figura 30: Diagrama de conexión de Elementos de Fuerza - Red Pública.....	59
Figura 31: Diagrama del sistema de control Monofásico .....	60
Figura 32: Diagrama del sistema de control Monofásico en Módulo ATS .....	61
Figura 33: Conexión de carga monofásica.....	62
Figura 34: Elementos de la práctica ACP, IVE y UA.....	63
Figura 35: Conexiones de Grupo Electrónico a BM2 .....	63
Figura 36: Conexión de BM2 – Barra de Carga R.....	64
Figura 37: Conexión Neutro de Grupo Electrónico a Barra de carga R .....	64
Figura 38: Conexión de Barra de carga “R” a Terminales U, V y W .....	65
Figura 39: Diagrama de conexión de Elementos de Fuerza – grupo Electrónico .....	65
Figura 40: Conexión Generador - Contactor K2.....	66
Figura 41: Conexión de Contactor K2 - Breaker del Generador .....	66
Figura 42: Conexión UPS. Timer y Contactor K2.....	67
Figura 43: Diagrama del sistema de control Monofásico .....	68
Figura 44: Conexión de carga monofásica.....	69
Figura 45: Elementos de la práctica ACP, IVE y UA.....	70
Figura 46: Conexiones de Red Pública a BM1 .....	71
Figura 47: Conexión de BM1 – Barra de Carga “N” .....	71
Figura 48: Conexión Neutro de Red Publica a Barra de carga “N” .....	72
Figura 49: Conexión de Barra de carga “N” a Terminales U, V y W .....	72
Figura 50: Conexiones de Grupo Electrónico a BM2 .....	73
Figura 51: Conexión de BM2 – Barra de Carga R.....	73
Figura 52: Conexión para transferencia Red Pública - Generador .....	74
Figura 53: Conexión Generador - Contactor K2.....	75
Figura 54: Conexión de Contactor K2 - Breaker del Generador .....	75
Figura 55: Conexión Breaker red pública - UPS .....	76
Figura 56: Conexión de UPS, UA, Timer y Contactor K2 .....	76
Figura 57: Diagrama del sistema de control Monofásico .....	77
Figura 58: Diagrama del sistema de control Monofásico en Módulo ATS .....	78
Figura 59: Conexión de carga monofásica.....	79
Figura 60: Elementos de la práctica ACP, IVE y UA.....	80

Figura 61: Ajuste de Variac .....	81
Figura 62: Ajuste de parámetros Supervisor de Tensión .....	81
Figura 63: Ajuste de parámetros de Supervisión de Tensión.....	82
Figura 64: Ajuste de parámetros U.A. ....	83
Figura 65: Conexión del Variac a Módulo ATS .....	84
Figura 66: Conexiones de Red Pública a BM1 .....	84
Figura 67: Conexión de BM1 – Barra de Carga “N” .....	85
Figura 68: Conexión Neutro de Red Publica a Barra de carga “N” .....	85
Figura 69: Diagrama de conexiones paso 1-5 – Practica 4 .....	86
Figura 70: Conexiones de Grupo Electrógeno a BM2 .....	86
Figura 71: Conexión de BM2 – Barra de Carga R.....	87
Figura 72: Conexión Neutro de Grupo Electrógeno a Barra de carga R .....	87
Figura 73: Conexión Generador - Contactor K2.....	88
Figura 74: Conexión de Contactor K2 - Breaker del Generador .....	88
Figura 75: Conexión Breaker de red pública - UPS (neutro).....	89
Figura 76: Conexión UPS, UA, Timer y Contactor K2 .....	89
Figura 77: Diagrama conexión: Fusible, Supervisor de voltaje y carga .....	90
Figura 78: Diagrama del sistema de control Trifásico .....	91
Figura 79: Diagrama de bloques del Módulo de Transferencia Automática .....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
Figura 80: Diagrama unifilar planta industrial simulada .....	95
Figura 81: Diagrama de fuerzas - Planta industrial.....	96
Figura 82: Conexión física Diagrama de Fuerza .....	97
Figura 83: Diagrama de conexión ACP, IVE y UA.....	98
Figura 84: Diagrama de conexión UA, temporizador y Contactor K2 .....	99
Figura 85: Desconexión de contactor de carga No prioritaria .....	99
Figura 86: Conexión de Variac trifásico a ATS.....	100
Figura 87: Visualización de Unidad Automática – Ingreso de Generador .....	101
Figura 88: Visualización de Unidad Automática – Ingreso de red Pública .....	101

## **INDICES DE ANEXOS**

Anexo 1: Procedimiento para condición inicial en los Breakers Motorizados .....	108
Anexo 2: Característica de Unidad Automática - Vista Frontal .....	108
Anexo 3: Incorporación de Red Publica al módulo de Transferencia Automática.....	109
Anexo 4: Simulación de perdida de fase en Red Pública.....	109

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Clasificación de EPSSs [27] .....	33
Tabla 2: Tipos de EPSSs [28] .....	33

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

SEP	Sistema Eléctrico de Potencia
CNEL	Corporación Nacional de Electricidad
EPSS	Sistema de suministro de energía de emergencia
IVE	Interclavamiento Eléctrico
UPS	Fuente de poder ininterrumpible
ACP	Platina de Mando Auxiliar
TP	Transformador de Potencial
TC	Transformador de corriente
ATS	Sistema de transferencia Automática
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional

## INTRODUCCIÓN

El uso de energía eléctrica es un factor importante en la era de la modernización y desarrollo de los países [1] [2]. El suministro de electricidad confiable es beneficioso e imperativo a nivel mundial, y desempeña un papel importante en el mantenimiento de un buen flujo de producción industrial, lo que ayuda a impulsar las economías [3]. El acceso a la electricidad sigue siendo un problema importante en el mundo, especialmente en los países en desarrollo, ya que las sociedades luchan por lograr la electrificación completa de sus poblaciones [4] [5].

En Ecuador, las organizaciones de los sectores público y privado, así como los usuarios domésticos, no pueden depender del suministro de energía eléctrica debido a sus frecuentes cortes [6]. De hecho, el suministro de electricidad de CNEL-EP experimenta problemas como la interrupción de flujo de energía y necesita respaldo de otros suministros principales [7]. Por lo que, para llevar a cabo las tareas de rutina diaria, necesitan cambiar a otra fuente de energía, como generadores o fuentes de alimentación ininterrumpidas mediante el uso de los Sistemas Automáticos de transferencia [8].

Un interruptor de transferencia automática (ATS) se utiliza para cambiar la carga entre dos fuentes de alimentación que están desconectadas de cualquiera de ellas conectadas a la carga. Asegura el suministro de energía a la carga con un espacio mínimo pequeño entre la falla de energía y la reconexión de la carga a la fuente de alimentación secundaria [9] [10]. En la figura 1 a continuación se muestra un diagrama de bloques de ATS típico. El ATS está conectado entre la carga y las fuentes de alimentación.

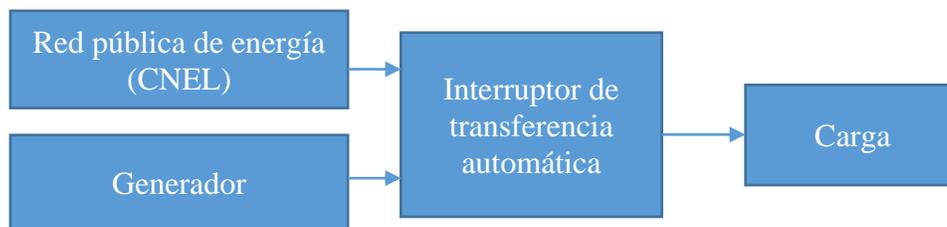


Figura 1: Diagrama de bloques del interruptor de transferencia automática típico [9]

La función del ATS es verificar la entrada de la red si está presente o no. Si el suministro principal de la red pública está ausente, el interruptor enciende el generador y le transfiere la carga. Por lo tanto, también se le llama interruptor de transferencia del generador. También

se pueden agregar características adicionales al interruptor para monitorear las caídas de voltaje, las sobrecargas de voltaje y las caídas de voltaje. Las subidas de tensión, las caídas de frecuencia [11].

En este trabajo de titulación se pretende dar a conocer a los todos los estudiantes de las diferentes carreras técnicas la implementación de los diversos módulos que se encuentran en la Universidad Politécnica (UPS) sede Guayaquil (GYE) en las industrias, en este caso nos basaremos del módulo de Transferencia Automática de Energía Eléctrica que será implementada como caso de estudio para una fábrica de goma industrial.

Para este trabajo de titulación se dividió en cinco capítulos:

En el capítulo 1, se detalla una pequeña introducción, se identifica, se justificará, se delimitará la problemática de la situación del módulo de transferencia de energía implementándola en la fábrica de goma industrial.

En el capítulo 2. se presenta el estudio del estado del arte de nuestro tema de titulación, se implementarán conceptos básicos de la fundamentación teórica del tema, y se indicarán los estándares técnicos, así como las regulaciones que se maneja en el Ecuador.

El capítulo 3 detalla los componentes empleados en el módulo de transferencia de energía, así como el diseño, la metodología y la implementación en la fábrica de goma industrial.

En el capítulo 4 son mostrados los resultados que se han tenido de las prácticas en el módulo de transferencia de energía y también la implementación en el sistema de la fábrica de goma industrial.

Las conclusiones y recomendaciones son presentadas en el capítulo 5.

Adicional se tiene las referencias bibliográficas y anexos que se han empleado en el trabajo de titulación.

# CAPÍTULO 1

## 1 EL PROBLEMA

### 1.1 Detalle de Problemática

Se conoce que en varios sectores de Guayaquil (GYE) Ecuador (ECU) han sido afectados de una u otra manera con los cortes imprevistos de energía eléctrica [12]. la Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública (CNEL EP) en varias ocasiones ha pedido disculpas a los ciudadanos que han sufrido estos percances, este tipo de interrupciones no solo afecta a las industrias sino a los ciudadanos que habitan en estos sectores y afecta las actividades de teletrabajo y también de clases virtuales a los estudiantes y universitarios [13].

En el diario El Universo [14] indica que son muchas las industrias que sufren la angustia de los desperfectos que existen en las redes de distribución eléctrica, CNEL EP hace varios años prometieron una mejora en el suministro de energía y que ponga fin a los cortes programados e imprevistos, pero esto no se ha logrado. Durán que es un cantón cuya población va más de los 500.000 habitantes piden y aclaman superar todos los déficits que tienen como es; el agua, los cortes de energía, y esto afecta a todas las industrias y empresas que se dedican a sus actividades cotidianas [15].

Para este proyecto se ha propuesto simular las características y condiciones de operación de una fábrica de goma industrial, la cual se implementará en el tablero de entrenamiento de Transferencia de carga/energía. Por cuanto el módulo de entrenamiento posee todos los elementos (Red pública, Generador de respaldo y carga) se espera simular fallas en el suministro de energía que afecten al proceso y de esta manera operar sus fuentes de respaldo. Esta factoría de goma industrial (simulada) produce diferentes tipos de tanques en los que se procesan diferentes materiales para la obtención del producto final, mismos que deben estar en continuo movimiento a través de máquinas que necesitan de energía eléctrica para poder mezclar dichos elementos y de esta forma, obtener un producto terminado para ser expendido.

## **1.2 Justificación**

La condición del servicio y normativas en el sector eléctrico, ha estimulado a que las empresas de distribución de energía, industrias alimentarias y de otros procesos de producción lleven a cabo inversiones tecnológicas y entrenamiento técnico para optimizar su administración y perfeccionar los servicios prestados, siendo de esa manera la implementación de sistemas de transferencia automática de carga una de las alternativas para optimizar la calidad del servicio tecnológico ya que este es un procedimiento que facilita reestablecer el suministro eléctrico, disminuyendo el tiempo de interrupción y decrementar el número de usuarios con cortes de servicio eléctrico [16].

Los sistemas de transferencia automática son procesos de vital consideración en todas las industrias debido a que garantizan la continuidad del suministro eléctrico en los elementos (Maquinas eléctricas) que se hallan en funcionamiento mientras se emplean en las líneas de producción. La carencia de un procedimiento de respaldo que permita que un sistema eléctrico, electrónico o industrial siga operando al existir un corte de energía es primordial para así evitar varios tipos de pérdidas como son; perdidas en los equipos del sistema, pérdidas económicas o en el caso pérdidas humanas.

Gracias a la enseñanza brindada por la Universidad Politécnica Salesiana sede GYE y la formación técnica que nos han dado en el transcurso de la carrera este proyecto se realizara para brindar satisfactoriamente la necesita que tiene la fábrica de goma.

La implementación del proyecto es sumamente importante ya que facilitará a la fábrica industrial de goma reducir de una u otra manera las diferentes perdidas, y también se reducirá el tiempo de operación ya que este proceso se dará automáticamente y ya no manual como se lo empleaba anteriormente.

## **1.3 Delimitación**

La simulación física de las prácticas se realiza en el laboratorio de instalaciones industriales de la UPS sede GYE en donde los estudiantes podrán realizar un sin número de prácticas a lo largo de su etapa universitaria, además podrán vincular varias materias como son; circuitos eléctricos, instalaciones industriales, programación y automatización.

Ubicación geográfica de la UPS sede GYE: 2°13'12.5"S 79°53'12.1"W, ver figura 2.

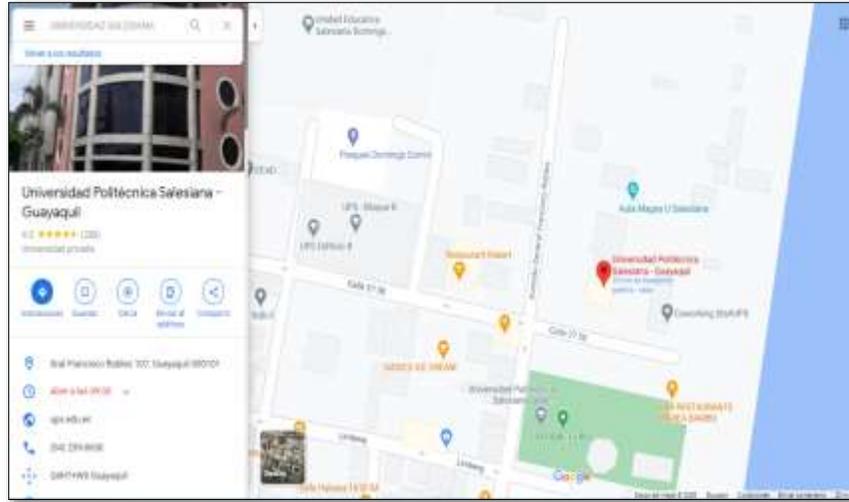


Figura 2: Ubicación geográfica de la UPS sede GYE Sur

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo General

Diseñar y simular en los módulos de instalaciones industriales de la Universidad Politécnica Salesiana un sistema transferencia de energía eléctrica para fábrica de goma industrial.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Establecer el esquema y simulación dentro del tablero de entrenamiento de transferencia de carga ubicado en dentro del laboratorio de instalaciones industriales.
- Realizar prácticas en módulos didácticos de la Universidad Politécnica Salesiana demostrando el funcionamiento.
- Aplicar un caso de estudio del sistema para ser implementado en la fábrica de químicos

## 1.5 Marco Metodológico

En el desarrollo del actual proyecto técnico se aplica los métodos experimentales detallados a continuación:

- Prueba de funcionamiento en el módulo de entrenamiento de transferencia de carga, para ello se recopila información como datos técnicos y procedimientos a seguir. Además se verificará las condiciones operativas de los elementos incorporados en el tablero como son: Interruptor de transferencia, analizadores de red, Temporizadores,

Relés de control, Sistema de alimentación ininterrumpido, contactores eléctricos y sistema de interbloqueo.

- Se establece un manual de procedimientos ante diferentes escenarios de fallas que pueden ocurrir dentro de una planta industrial, para ello se empleará la hoja de datos de cada elemento para ajustar los parámetros de operación.
- Se crea un estudio de caso, para ello se simula una planta de producción de goma, donde se contará con todos los elementos como: Fuente de red pública, Generador Auxiliar y la carga. El procedimiento de funcionamiento de nuestro sistema de transferencia será de acuerdo al flujograma mostrado en la figura 3.

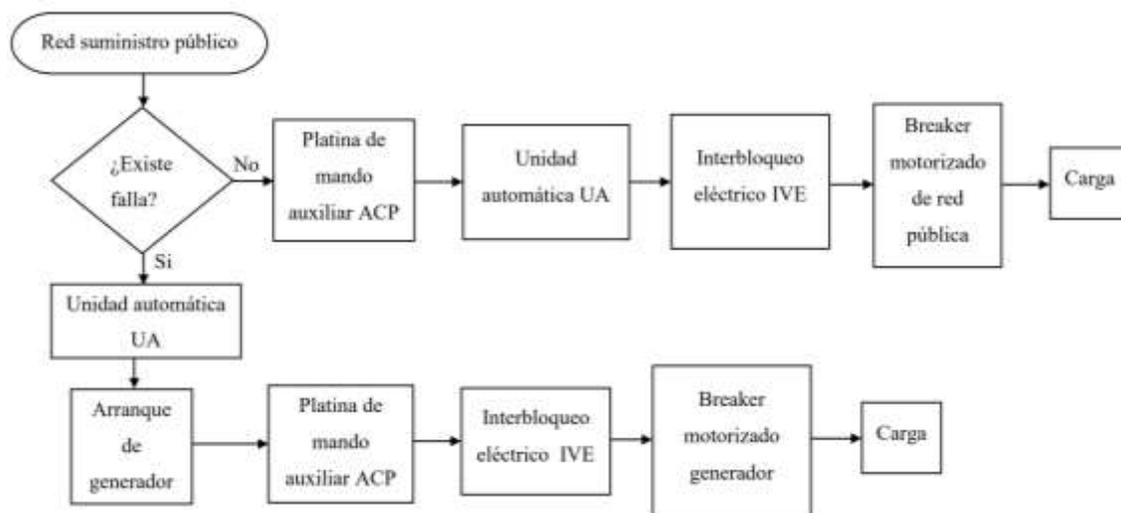


Figura 3: Esquema de funcionamiento del proceso de traspaso de carga [17]

## CAPÍTULO 2

### 2 ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describe brevemente un estado del arte de los trabajos de titulación que han manejado diseños e implementación de módulos didácticos, así como también sus manuales de prácticas, también se detalla la fundamentación teórica de nuestro tema, así como también los estándares y regulaciones técnicas empleadas.

#### 2.1 Estado del Arte

Hoy en día un diseño e implementación de sistemas de transferencias de energía eléctrica es muy empleado en los diferentes sectores técnicos como son; industrial, eléctrico, electrónico, etc. Los autores en [17], resaltan que los módulos que se encuentran en la UPS sede GYE sirven para un buen aprendizaje por parte de los estudiantes en sus diferentes carreras técnicas, en este módulo podrán realizar las pruebas respectivas y prácticas guiados por el manual de prácticas el cual se detallará en este trabajo de titulación.

Varios tipos de trabajos de titulación buscan mejorar de una u otra forma algún proceso o sistema en algún lugar en específico, la implementación de un módulo didáctico que permita interactuar al estudiante con los equipos eléctricos que se encuentran en alguna fábrica, industria, entre otros, es primordial que adquiera esta enseñanza en la etapa universitaria es por ende que para modulo didáctico se necesita de un manual de prácticas para que el estudiante se familiarice con estos equipos que los podrá ver y utilizar en su vida laboral [18].

Los autores en [19], diseñaron e implementaron un sistema de congelación que le sirve a la industria de comercialización a nivel nacional, las empresas, fabricas e industrias pueden adquirir este sistema para que logren mantener sus productos a baja temperatura gracias al principio de conversión de energía, el objetivo principal fue el sistema congelación ya que debe cumplir algunos parámetros como son; la presión, la temperatura, para así lograr cubrir la exigencia de frio que necesita la organización.

En el proyecto realizado por [20], logró desarrollar implementar una propuesta mediante la transferencia de energía eléctrica en el Hospital Básico de Tosagua, con el fin de no tener

interrupciones y dar el servicio con calidad a la ciudadanía y a sus pacientes, cabe indicar que los mantenimientos de los equipos que conforman la transferencia de energía deben de pasar por un mantenimiento tanto preventivo como correctivo si llegara a ser necesario.

El autor [21], logró obtener que un grupo electrógeno, entre y opere de manera automático al momento de detectar una pérdida de fase, desbalance o corte de tensión en el suministro eléctrico gracias al módulo de transferencia automática de energía eléctrica, este sistema logra detener el funcionamiento del grupo electrógeno cuando detecta una falta de energía o un desbalance en su tensión, lo más primordial es que este sistema no necesita de un operador, lo maneja de forma automática.

Se debe identificar las eventualidades que existen en las redes eléctricas ya sea por una falla o un mantenimiento programado, para así poder coordinar los cortes de energía y dar prioridad a los usuarios que necesitan del suministro como, por ejemplo; hospitales, asilo, entre otros, por estos escenarios se debe de tener un sistema de respaldo el cuál puede ser mediante sistemas de transferencia que están conformados por generadores eléctricos ya sea a gas, GLP o combustible [22]

## **2.2 Sistemas de distribución de energía**

Las estructuras de abastecimiento de energía se encuentran diseñados para acopiar la energía eléctrica generado en centrales de diversas fuentes y ser llevadas a los usuarios finales que lo requieran. Los sistemas que suministran energía están compuestos por otros subsistemas; en un mercado liberalizado, cada subsistema es propiedad de una empresa diferente y se permite la libre competencia en cada uno de ellos. La figura 4 muestra la estructura general de los sistemas de energía [23].

### **2.2.1 Centros de generación**

La gran mayoría de la energía eléctrica se produce mediante grandes unidades de generación agrupadas en emplazamientos remotos, alejados de los puntos de consumo final. Tradicionalmente se han utilizado diferentes tecnologías para producir energía eléctrica a gran escala, como la nuclear, el gas natural, el carbón, la hidroeléctrica, etc. Muchas de estas plantas se construyeron en el pasado cuando todo el sistema eléctrico era propiedad de una sola empresa; Los costos más bajos y las economías de escala permitieron a estas empresas construir plantas grandes pero rentables [24].

### **2.2.2 Sistema de transmisión**

El sistema de transmisión consta de un conjunto de líneas, subestaciones y equipos diseñados para conectar grandes plantas de generación y centros de consumo, el consumo de energía se realiza principalmente en ciudades y áreas industriales. Las líneas que pertenecen al sistema de transmisión se extienden a grandes distancias y transportan grandes cantidades de energía; por lo tanto, estas líneas operan a niveles de alto voltaje (por ejemplo, 230 y 500 kV) [24].

### **2.2.3 Sistema de subtransmisión**

El sistema de subtransmisión es un enlace intermedio entre la transmisión y el sistema de distribución. Las líneas que componen el sistema de subtransmisión cubren distancias más cortas que las del sistema de transmisión; por esa razón operan a niveles de voltaje más bajos (por ejemplo, 138 y 69 kV). Se requiere una reducción de voltaje inicial debido a la diferencia en el nivel de voltaje con respecto al sistema de transmisión. Grandes cargas (como grandes fábricas y otras instalaciones de alto consumo) se pueden conectar directamente al sistema de subtransmisión [5].

### **2.2.4 Red de distribución primaria**

El elemento inicial de la red de distribución “primaria” es la subestación de distribución, en ella llega la energía que de parte del sistema de transmisión. Dentro de esta subestación la tensión es reducida nuevamente. Las salidas de la bahía entregan aguas abajo tensión de nivel medio como 22.8 kV o 13.8 kV. Al igual que en el sistema de subtransmisión, se pueden conectar grandes cargas al sistema de distribución principal [23].

### **2.2.5 Sistema de distribución secundaria**

El sistema de distribución secundario consta de transformadores de distribución reductores (MT / LV) y líneas de bajo voltaje (por ejemplo, 440 y 220 V) que entregan la energía a los clientes de baja potencia, como las cargas comerciales y residenciales [23].

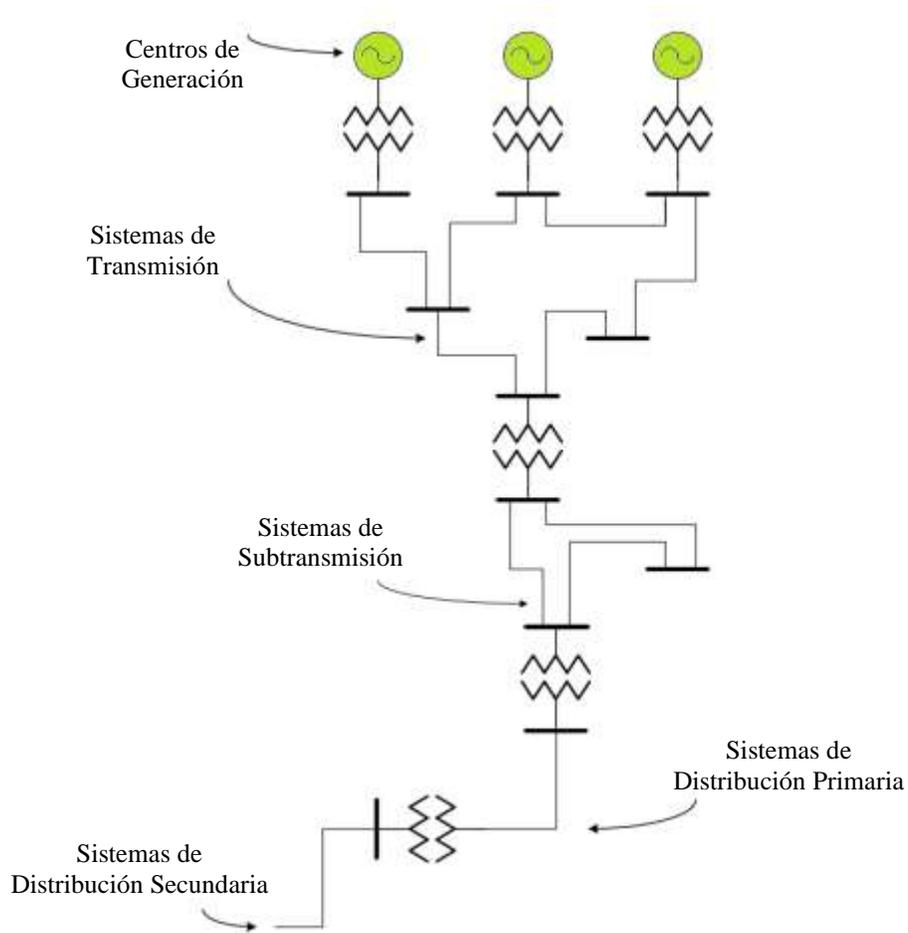


Figura 4: Estructura general de los sistemas de potencia

## 2.3 Fallas y sus causas en Sistemas Eléctricos de Potencia

Las fallas son una condición no deseada del sistema de energía. Y para prevenir esta situación, las causas de las fallas deben evitarse si es posible. Hay varias causas de fallas en el sistema de energía [25].

### 2.3.1 Condiciones ambientales

Las condiciones climáticas son una de las causas de las fallas del sistema de energía que no se pueden evitar. Incluye rayos, lluvia, nieve y otras condiciones. Tales condiciones climáticas dificultan el funcionamiento del sistema eléctrico y provocan fallas en las líneas de transmisión especialmente.

### 2.3.2 Errores humanos

Otra causa de fallas eléctricas es el error humano. Los cálculos inexactos conducen a una selección incorrecta de dispositivos y equipos eléctricos, como relés, disyuntores. Además, retrasar los programas de mantenimiento también puede afectar el rendimiento del equipo, lo que lleva a reducir su rendimiento y, finalmente, a un mal funcionamiento y a causar fallas en el sistema de energía.

### 2.3.3 Falla del equipo

El rendimiento de los equipos eléctricos suele reducirse con la edad. Además, generalmente ocurren fallas de aislamiento. Esta reducción del rendimiento y el mal funcionamiento pueden provocar fallas de cortocircuito en el sistema.

## 2.4 Sistemas de suministro de energía de emergencia (EPSS)

Se conoce que energía eléctrica es el eje de la sociedad industrial moderna. La vida cotidiana depende de este para el transporte, la calefacción, la iluminación, las comunicaciones, los sistemas de soporte vital y la computación. Estos sitios simplemente no pueden darse el lujo de detenerse ni por un momento. De ahí la importancia del proceso de respuesta de energía de emergencia y de reserva. En la figura 5, señala que cuando los sistemas de servicios públicos fallan, las fuentes de respaldo proporcionan la electricidad que tanto se necesita para garantizar la continuidad de las operaciones [26].

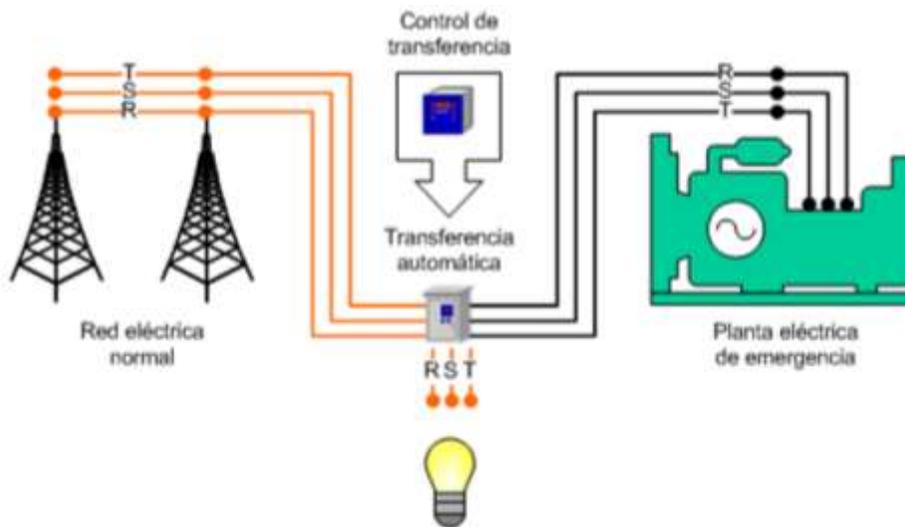


Figura 5: Esquema de un Sistema de suministro de energía de emergencia

El sistema de abastecimiento de energía de contingencia (EPSS) es un procedimiento bastante simple. En caso de falla de energía, el interruptor de transferencia automática cierra simultáneamente la línea de servicios públicos y abre la línea de energía de contingencia del generador. El esquema de arranque automático hace que el generador funcione. El generador de reserva luego canaliza la electricidad desde el generador a los circuitos a través de la línea de emergencia. Cuando se reactiva el sistema de servicios públicos, el sistema vuelve a la línea de servicios públicos. Luego sigue un período de enfriamiento, dejando que el generador funcione hasta que se apague por completo [26].

#### **2.4.1 Clasificación de Sistemas de abastecimiento de energía de contingencia**

Los dispositivos EPSS se clasifican de acuerdo al capítulo 4 de la normativa NFPA 110 en: nivel, clase y tipo [27].

##### **2.4.1.1 Nivel**

Dicta los estándares de rendimiento que su sistema debe seguir. A demás, define las cargas motorizadas y el riesgo para la vida y la seguridad de las personas.

- **Nivel 1:** son las más estrictas y se imponen cuando la falla del equipo en su desempeño generaría la pérdida de integridad del personal o lesiones graves. Estos sistemas se proporcionan tanto para los sistemas en espera legalmente requeridos como para los sistemas en espera opcionales, según se define en los artículos 701 y 702 del NEC, respectivamente. El tiempo que se requiere para restaurar la energía en las instalaciones de Nivel 2 depende de los códigos aplicables y la aplicación para cada instalación [28]
- **Nivel 2:** se utilizan normalmente donde las anomalías del EPSS en el desempeño es de menor peligrosidad para la integridad y la seguridad de las personas. Los sistemas de “nivel 2” designados como EPSS de reserva opcional dependen de las necesidades de los usuarios finales y de los códigos aplicables. Las necesidades de carga esenciales de los usuarios finales determinarán el tiempo aceptable desde la pérdida de energía de la red pública hasta que el EPSS proporciona la energía adecuada [28].

### 2.4.1.2 Clase

El tiempo más bajo, dado en horas, es establecido en este apartado, durante el cual el EPSS está implementado para funcionar con despacho de carga nominal sin reabastecimiento de “fuel oil”. De acuerdo a la Tabla 1, los más comúnmente especificados son: Clase 48 (mínimo de 48 horas), la clase X (otro tiempo, según lo requiera la aplicación) [27].

Tabla 1: Clasificación de EPSSs [27]

Clase	Tiempo mínimo
“0.083”	0.083 hr (5 min)
“0.25”	0.25 hr (15 min)
“2”	2 hrs
“6”	6 hrs
“48”	48 hrs
“X”	Diferente tiempo, según lo requiera la aplicación o el usuario.

Las clases superiores representan un desafío para los diseñadores de sistemas, especialmente los diseñadores de sistemas más grandes, ya que debe tener suficiente combustible almacenado en el sitio para satisfacer el consumo de combustible de su generador durante la duración definida por su Clase.

### 2.4.1.3 Tipo

El tiempo más alto, es establecido en este apartado, en segundo, durante el cual el EPSS permitirá que los terminales de carga del interruptor de transferencia estén sin energía eléctrica aceptable. Se refiere a la cantidad de segundos que el sistema tiene que estar en funcionamiento y transportar las cargas críticas [28]. En la tabla 2. para los EPSS de nivel 1, todas las cargas de nivel 1 deben transferirse al EPSS en 10 segundos, independientemente del tamaño o tamaño del sistema.

Tabla 2: Tipos de EPSSs [28]

TIPO	Restauración de Energía
“U”	Básicamente ininterrumpida (sistema UPS)
“10”	10 Seg
“60”	60 Seg
“120”	120 Seg
“M”	Manual estacionario o no automático, sin límite de tiempo

## **2.4.2 Partes Sistemas de suministro de energía de emergencia**

**Interruptor de traspaso automática:** el ATS determina la necesidad de encender el tipo de generación de energía de contingencia en caso de falla de suministro. Como tal, ATS es vital para el EPSS y requiere mantenimiento, pruebas y resolución de problemas regulares.

**Grupo Electrógeno:** el generador es la fuente directa de energía de reserva derivada de su combustible diésel quemado. El mantenimiento de estos generadores se realiza mediante un "banco de carga", en el que el motor se prueba con varias cargas para determinar la temperatura de combustión perfecta dentro de los cilindros. El banco de carga garantiza la quema de todo el combustible no quemado que se haya acumulado en el escape, evitando en última instancia el peligro de incendio [26].

## **2.5 Interruptor de transferencia automática**

El interruptor de traspaso automático (ATS) es un elemento de “switchero” de energía y de encendido inteligente gobernado por una lógica de control dedicada. El propósito principal de un ATS es asegurar el abastecimiento prolongado de energía eléctrica entre las dos fuentes de energía a un ramal de carga implementado (equipo eléctrico: luces, motores, computadoras, etc.).

La lógica de control o el controlador automático generalmente se basa en un microprocesador y monitorea constantemente los parámetros eléctricos (voltaje, frecuencia) de las fuentes de energía primaria y alternativa. Si falla la fuente de alimentación conectada, el ATS transferirá (cambiará) automáticamente el circuito de carga a la otra fuente de alimentación (si está disponible). Como regla general, la mayoría de los interruptores de transferencia automática buscan la conexión a la fuente de energía primaria (servicio público) de forma predeterminada y solo se conectarán a la fuente de energía alternativa (motor-generador, servicio público de respaldo) cuando sea necesario (falla de la fuente primaria) o se le solicite hacerlo. (comando de operador) [29].

### **2.5.1 Configuración de un Interruptor de transferencia automática**

#### **2.5.1.1 Empresa Eléctrica Pública – Generador de Emergencia**

La configuración estándar de un sistema de traspaso de carga incorpora la función de suministro eléctrico y un grupo electrógeno para proveedores de energía en condición normal

y de respaldo. Este arreglo del esquema comúnmente se determina como generador ante contingencia. En la figura 6 se ilustra un único generador, aunque puede ser de varios grupos de motor-generador funcionando en paralelo [30].

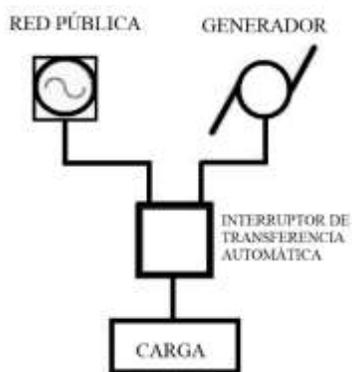


Figura 6: Esquema Red Pública - Generador [30]

### 2.5.1.2 Red Pública - Red Pública

Para esta configuración se emplea un par de conexiones al suministro público para redundar fácilmente en la red de distribución y permite un rápido rehabilitación de la red pública cuando ocurre una anomalía en los elementos aguas arriba. En la figura 7 muestra que el par de elementos que suplen carga son diferentes, exigiendo que la empresa de la red pública brinde el suministro energético dual, o faculta la alimentación de carga mediante una o más rutas en redundancia en la red [30].

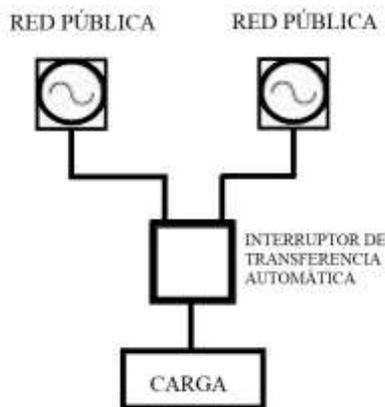


Figura 7: Esquema Red Pública – Red Pública [30]

### 2.5.1.3 Generador-Generador

En diversas instalaciones en lugares remotos, los ATS se emplean con dos generadores para emplearse en como fuente principal. Bajo estas condiciones (ubicación remota),

normalmente un solo generador suministra energía constantemente durante todos los días. Los generadores se alternan periódicamente para balancear el suministro de carga en el tiempo [30], tal como se detalla en la figura 8.

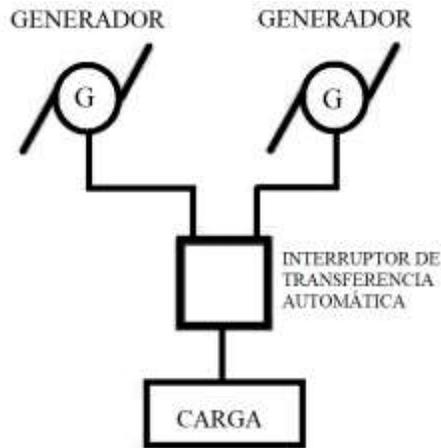


Figura 8: Esquema Generador - Generador [30]

## 2.6 Grupo Electrónico de emergencia

Es una pieza fundamental dentro de EPSSs, es un elemento que convierte la energía de “mecánica” a “eléctrica” por medio de un proceso químico de combustión interna, normalmente de Diesel, esta máquina se encuentra acoplada con un generador eléctrico. El fin de este elemento es suministrar energía eléctrica a la carga final (planta industrial o usuarios finales) donde a presentado un desabastecimiento del servicio eléctrico. Los reglamentos de los distintos países recomiendan la implementación de un grupo electrógeno en sitios donde existe enorme densidad de población como: centros médicos, complejos habitacionales, centros educativos, centros comerciales, etc. Entre las aplicaciones frecuentes es suministrar energía en sitios donde existe una escasa fuente abastecimiento. Usualmente las áreas remotas con infraestructura reducida y con población reducida [31].

### 2.6.1 Partes de un grupo electrógeno

#### 2.6.1.1 Motor a Gasolina.

Este elemento pone en marcha el grupo electrógeno, es parte fundamental por su confiabilidad dado que es construido específicamente para dar arranque al conjunto electrógeno El motor determina la potencia eficaz que entregará a la red, de esta manera, para cada potencia existirá un motor establecido que satisfaga dicha capacidad [31].

### **2.6.1.2 Sistema eléctrico del motor.**

La estructura eléctrica del grupo electrógeno usualmente opera con una tensión de 12 Vdc con exclusión de motores de gran capacidad cuya tensión es de 24 Vdc. El esquema incorpora un motor de arranque eléctrico, una celda de baterías, indicadores de carga, etc.

### **2.6.1.3 Bancada y Almacenamiento de Fuel Oil**

El motor y el alternador permanecen sujetos y enganchados encima de la estructura de acorazada de alta firmeza. El dimensionamiento del depósito debe ser capaz de suplir al menos 8 horas de suministro a carga nominal.

### **2.6.1.4 Mecanismo de refrigeración.**

Los mecanismos para el enfriamiento del motor suelen realizarse a través de: aire, agua o aceite. La refrigeración por líquido (aceite o agua) emplea un radiador y disipadores de calor en sus interiores para reducir la temperatura. En el caso de refrigeración por aire emplea ventiladores dispersores [31].

### **2.6.1.5 Alternador.**

Este dispositivo provee de energía eléctrica para el sistema eléctrico, esta energía se produce a través de un alternador recubierto, con malla de protección ante salpicaduras.

### **2.6.1.6 Aislamiento de la vibración.**

Los equipos electrógenos al ser de grandes dimensiones producen muchas vibraciones en su funcionamiento por lo que es vital estar dotado de elementos anti vibraciones para disminuir el desajuste de componentes.

### **2.6.1.7 Silenciador y sistema de escape.**

Estos elementos son empleados para la reducción de sonidos no deseados por el motor, estos equipos son instalados en los grupos electrógenos.

### **2.6.1.8 Sistema de control.**

El sistema de control emplea toda la lógica de funcionamiento del generador. El tipo de control usualmente suele ser modo manual o automático. Los proveedores de los generadores auxiliares brindan varias características para su puesta en marcha mediante los diferentes señores y actuadores.

### 2.6.1.9 El motor.

El motor equivale establece la energía mecánica que permitirá el movimiento del alternado y produzca electricidad. Existen diferentes tipos como lo son: motores a Diesel o gasolina, dentro de los grupos electrógenos los más empleados son a Diesel debido a sus beneficios mecánicos, ambientales y de costos [31].

En la figura 9 se detalla un grupo electrónico con sus respectivas partes.

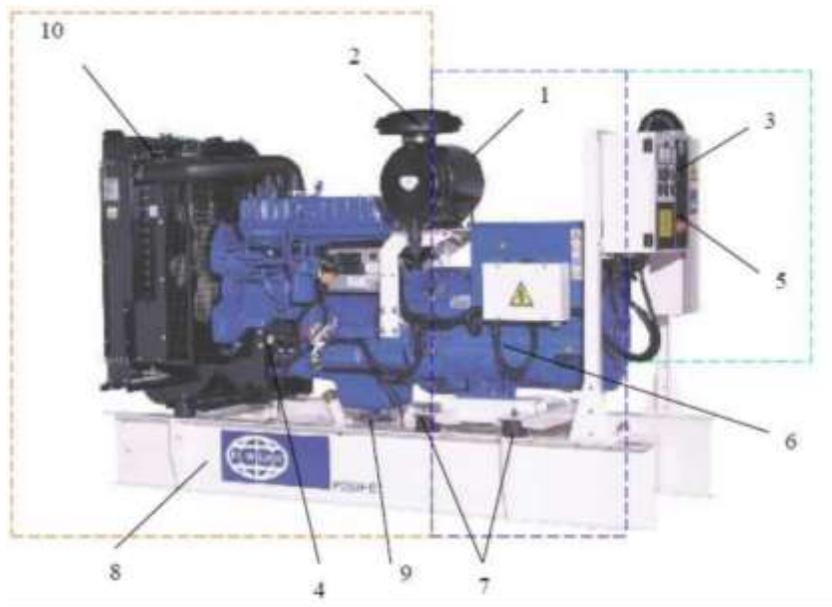


Figura 9: Partes de un grupo electrógeno [31].

- |                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Filtro purificador de aire.        | 6. Generador energía eléctrica.    |
| 2. Tubo de escape.                    | 7. Soporte anti vibraciones.       |
| 3. Controlador del grupo electrógeno. | 8. Base para el grupo electrógeno. |
| 4. Alternador para cargar el motor.   | 9. Radiador.                       |
| 5. Control de velocidad del motor     | 10. Tanque de combustible          |

## 2.7 Generadores de Energía

Un generador eléctrico es aquel que puede convertir la energía mecánica de un proceso a energía eléctrica, y esta conversión de energía se presenta en las plantas eléctricas donde almacenan o transforman los niveles de tensión.

### 2.7.1 Generadores domésticos de reserva

Están ubicados permanentemente a las afueras de una vivienda, departamento, entre otros, estos generadores funcionan con propano, líquido o gas, están diseñados para generar suficiente potencia para brindar energía donde estén ubicados, el funcionamiento se da cuando el interruptor de transferencia se desconecta del servicio eléctrico al generador de reserva. Una observación que por lo general tienen estos generadores es que deben ser notificados al servidor público que se tiene instalado este tipo de generador cerca de su hogar, para así controlar y validar el funcionamiento de estos generadores. Otra ventaja es que sirven para ambientes bien fríos, hasta climas donde existe tormentas eléctricas, y estos generadores pueden y logran suministrar energía eléctrica a una caldera o hasta calentador de agua [32].



Figura 10: Generadores de reserva domésticos [33]

Estos generadores de reserva son fijos y se emplean en diferentes tipos de sectores, si se implementa cerca de una vivienda el generador puede ser de baja potencia, y si se emplea en un condominio donde habitan una gran cantidad de personas se emplea generadores de más potencia, y se recomienda realizar un estudio y levantamiento técnico para instalar el generador de respaldo estático [33].

### 2.7.2 Generadores portátiles

Este tipo de generadores son de tamaño reducido ya que se pueden llevar de la mano y guardar en lugares pequeños, son muy asequibles ya que necesitan de pocos artículos eléctricos durante un corte de energía, por lo general el funcionamiento es a gasolina, y no

deben de funcionar dentro del hogar o en algún lugar cerrado, ya que puede ocasionar una acumulación de gas en este caso el monóxido de carbono (CO) [32].



Figura 11: Generador Eléctrico Portátil [32]

Los generadores portátiles son muy ligeros y pequeños lo cual brinda comodidad al operador quien lo va a instalar, otra ventaja es que son silencioso, todo depende de la marca y los modelos.

### 2.7.3 Generador eléctrico a gas

Los generadores eléctricos a gas son empleados con GLP para brindar electricidad a un lugar en específico, la potencia va a depender de donde se vaya a instalar y cuánto será la carga esperada, se recomienda realizar un levantamiento técnico para establecer la potencia necesaria que deberá tener el generador eléctrico a gas [34].



Figura 12: Gas eléctrico a gas Residencial [34].

Los Generadores eléctricos a gas han revolucionado durante los últimos años y han sido empleados en varios sectores como son:

1. Residencial: Pueden brindar energía suficiente cuando exista algún desperfecto en la red de distribución general, brinda protección al hogar los 365 días del año.
2. Comercial: Han sido generadores que han revolucionado el mercado por lo poderosos que pueden ser, ya que puede respaldar todo un negocio o comercio.
3. Industrial: Se ha logrado diseñar e instalar un generador eléctrico a gas con una alta potencia que podría llegar a los 35 KVA lo cual sirve para alimentar y dar la opción a una empresa o industria a seguir operando, evitando las pérdidas que pueda ocasionar una paralización en la empresa o industria.

#### 2.7.4 Generador eléctrico a diésel

Nos indica que un generador eléctrico a diésel es aquel que emplea energía mecánica para producir energía eléctrica de forma continua [35].



Figura 13: Generador eléctrico a diésel de 7 KVA Trifásico (3Ø) [35]

Una ventaja es que logran trabajar durante un nivel extenso de horas o también por un tiempo prolongado y dan soluciones a los cortes de electricidad, comúnmente hay cuatro tipos de estos generadores los cuales son:

1. Insonorizado: Disminuye el ruido que se genera mediante una capa gruesa en el exterior del generador.

2. Monofásico (1Ø): Solo genera energía a una fase, a un solo nivel de voltaje.
3. Trifásico (3Ø): Generan energía para dos fases y dependiendo de la máquina o equipo eléctrico se escogería el nivel de voltaje a emplear.
4. Inverter: Filtran la corriente producida para asegurar la calidad e impide los daños que pueda causar a los dispositivos sensibles a las variaciones de voltaje.

## **2.8 Estándar IEC 60947-6**

La IEC ha publicado estándares para el sistema de transferencia automática, incluidos los requisitos de prueba, en IEC 60947-6-1, la norma presenta los alcances:

- Características de los equipos de conmutación de transferencia
- Condiciones de funcionamiento en condiciones normales y anormales
- Pruebas para confirmar que los interruptores funcionarán en estas condiciones
- Datos que se marcarán en el equipo y serán proporcionados por el fabricante

### **2.8.1 Requisitos**

Equipo de conmutación de ATS para estructuras cuyo voltaje nominal no supere 1000Vac y 1500Vdc, involucra elementos de traspaso de carga incluyendo o no recintos, elementos de automatismo y de salvaguarda [32].

### **2.8.2 Características de los equipos asignados a través del productor.**

a) Tipo de dispositivos: en esta sección requerimos fijar:

- “Clase de dispositivo
- “Número de polos”
- “Tipo de intensidad”
- “Secuencia de trabajo”

b) Tensiones estándar y restricciones dadas a la red central: diversos tipos de dispositivos suelen poseer más de un voltaje nominal o poseer otro nivel de voltaje nominal.

c) De acuerdo a su implementación el elemento está sometido a través del valor de tensión y flujo eléctrico operativo estándar, para realizar operaciones previas a la puesta a marcha.

d) La información de equipos para resguardo frente a sobrecorriente establecido, entre ellos la característica y tipos.

f) Valores inferiores y superiores del rango de operación de potencial y frecuencia teniendo en cuenta a los límites de los elementos de supervisión de transferencia.

g) Se sugiere informar la derivación para el potencial y frecuencia en que puede suceder el traspaso.

### **2.8.3 Puesta en marcha del elemento**

a) Orden de puesta en marcha: En un ATS se debe entregar la el suministro eléctrico hacia las cargas en condiciones normales, para ello debe tener elementos de monitoreo, en caso de presentar fallas de consideración activará el grupo electrógeno de respaldo. La transferencia suele ser con retardo de tiempo establecido o no y además puede incorporar un estado de desconexión [33].

b) Desviación de fuente de alimentación monitoreado: cambios en las propiedades dentro de los suministradores de energía monitoreada donde indican que panel de interruptores automáticos operará cuando sucede desviaciones de los rangos especificados, como variaciones anormales en la tensión o la frecuencia de la fuente de alimentación [33].

c) Los dispositivos de “switchero” de traspaso de carga inteligente pueden distribuirse como “Clase PC” o “Clase CB”.

“**Clase PC**”: Son equipamientos capaces de realizar y soportar, aunque su construcción no está hecha para despejar fallas de cortocircuito.

“**Clase CB**”: Son equipamientos provisto de elementos de contacto central y resguardo contra incremento de corriente capaces de realizar despejar las fallas en las líneas de alimentación.

### **2.8.4 Análisis y metodología de experimentación**

a) Una vez que corroborada el flujo de corriente estándar superior, el dispositivo ATS no llegará a tener la temperatura bajo ninguna circunstancia para representar un riesgo de flagelo o averiar, utilizado en el mecanismo y tampoco superar los niveles de temperatura trazado [33].

b) El valor del voltaje de aislamiento son establecida de acuerdo a las características dieléctricas.

c) Los dispositivos deben aguantar la puesta en funcionamiento de las tensiones de análisis de acuerdo con la propiedad de fabricación en donde hay los rangos son fijado [32].

d) La red central de los dispositivos debe facilitar el traslado el flujo de corriente térmica estándar para el elemento aun cuando los incrementos de valores de temperatura rebasen el espectro configurado. Debe poseer la habilidad para activarse e interrumpir bajo situaciones como: al vacío, carga nominal y sobrecarga [32].

e) Se deberán ejecutar ensayos de tipo, para la comprobación de:

- Propiedades dieléctricas
- Aumento de la temperatura
- Requisitos de construcción

### **2.8.5 Etiquetado del elemento**

Todo dispositivo se etiqueta de forma permanente, mediante láminas para señalización vinculada al elemento de manera perceptible, legible y visible, con los parámetros:

a. Detalles del constructor y modelo comercial.

b. Información de estándares empeladas en la fabricación

c. Número de serie y numero de inventario

d. Tensión nominal de operación

e. Frecuencia nominal

f. capacidad teórica de producción de cortocircuito

g. Clasificación de empleabilidad y flujo de corriente operativo normal a voltaje normal.

### **2.8.6 Requerimiento de producto**

- a) Si el dispositivo electromecánico es un dispositivo de transferencia automática que actúa sobre el contacto principal, el contacto principal deberá abrirse y cerrarse sin sacudidas, es decir, sin retardo apreciable, si no es una energía conservada [32]
- b) Oposición a la tensión durante la implementación y utilización.
- c) Evaluación de grado (°C) determinado para aguantar calor y fuego.
- d) Los dispositivos de control deben estar conectados eléctrica y mecánicamente entre sí de manera confiable para evitar la conexión simultánea a una fuente de energía permanente y alterna.
- e) Para los dispositivos de transferencia automática de clase Pc, el sistema de operación deberá garantizar que la red de carga no esté continuamente desacoplada hacia las fuentes de energía normales y alternativas.
- f) Sin embargo, puede haber una fecha límite intencional para completar el traspaso de carga y, en muchas condiciones, ofrecer un puesto de no empleado.
- g) Para el control de la bobina de cualquier “electroimán” deberá necesariamente ser apto y soportar, un incremento de voltaje nominal de 110% en un lapso de máximo de tiempo usualmente pasa suministrando el servicio, además debe aguantar la temperatura continuamente. También se estable que dicha bobina para el control debe soportar una caída al 95% en un lapso de 4h [33].
- h) Para la “clase CB” de ATS, pueden poseer intencionalmente tiempo de inactividad y posiciones de “standby”.

## CAPÍTULO 3

### 3 MATERIALES Y PROCEDIMIENTO PARA SIMULACIÓN DE FALLA EN MÓDULO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA

En este capítulo se detalla los componentes empleados en el módulo de transferencia automática además se especifica las características de la misma. También se desarrolla un manual de procedimiento para configurar los equipos del módulo ante las diferentes fallas simuladas dentro de la red eléctrica pública.

#### 3.1 Módulo de transferencia automática

El módulo de transferencia automática de energía es una de las herramientas útil dentro del proceso de aprendizaje en la formación de la ingeniería eléctrica, este permite realizar simulaciones de transferencias de carga ante una eventualidad en la red eléctrica pública. El módulo posee componentes como la unidad automática que permite detectar las condiciones de calidad del servicio, además de operar en modo manual y modo automático. El módulo cuenta con diversos elementos imprescindibles dentro de un bloque de transferencia automática como son: Supervisor de tensión, temporizadores, interbloqueo eléctrico y los disyuntores motorizados, como se muestra en la figura 14.



Figura 14: Módulo de transferencia Automática

### 3.1.1 Diagrama de bloques del módulo

En las borneras de alimentación se conectan el suministro de la red pública (CNEL) que será verificada por el supervisor de tensión, luego se conecta con la platina auxiliar de mando para posteriormente pasar a la Unidad Automática, si las condiciones de suministro están correctas pasa la sección del interbloqueo eléctrico. Luego energiza el “breaker motorizado” del suministro público y finalmente energiza la carga.

En caso de falla la red pública la unidad automática encenderá el Grupo electrógeno, habilitando el interbloqueo de la red pública y activando el paso de energía al breaker motorizado del generador para finalmente energizar la carga, ver figura 15.

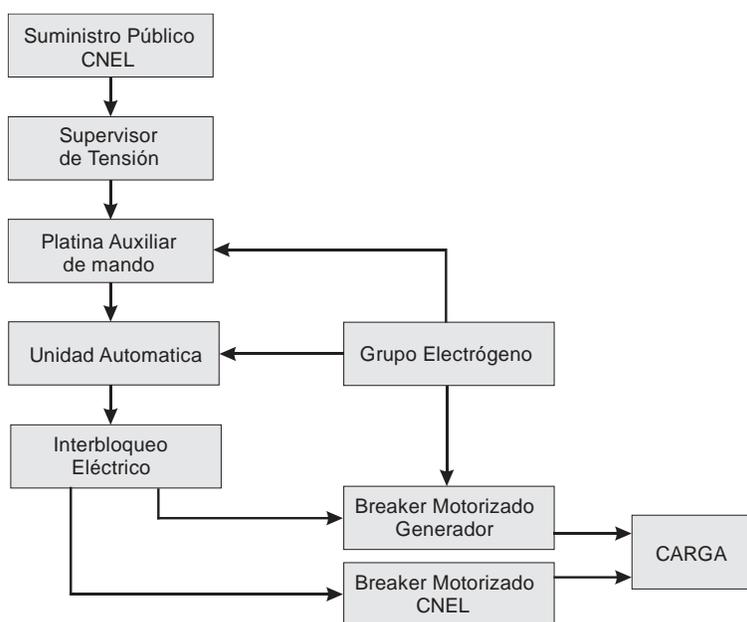


Figura 15: Diagrama de bloques del Módulo

## 3.2 Componentes empleados en el módulo de transferencia de energía

El módulo está incorporado con elementos para el mecanismo de automatismo y el bloque de fuerza necesarios durante el funcionamiento y puesta en marcha para las diferentes pruebas de transferencia de carga. Los elementos se detallan a continuación

### 3.2.1 Supervisor de voltaje

El supervisor de tensión es diseñado para monitorear el voltaje en las fases de entrada al sistema, de esta manera ofrece una eficiente protección de la red ante fallas y averías

precipitadas obligado por descompensación de voltaje, sobre y sub tensión, caídas de fase, secuencias erróneas, cortocircuitos de ciclo rápido, ver figura 16.

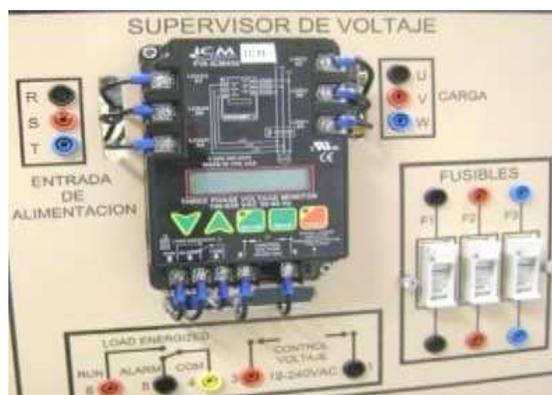


Figura 16: Supervisor de voltaje - Módulo de transferencia [17]

Características:

- Voltaje de entrada: 190 a 630 Vac.
- Frecuencia de operación: 50/60 Hz.
- Voltaje de control: 24 - 220 Vac.
- Ajuste de desequilibrio de tensión: 25% max.
- Temporizador: 0 – 300 segundos.

### 3.2.2 Luces piloto.

La confirmación de suministro eléctrico se determina empleando estos elementos como son las luces pilotos. El módulo emplea cuatro indicadores entre ellas: verde, señala la existencia de tensión en la barra principal de la red pública, además de los indicadores Azul, Amarillo y rojo que indican la incorporación del generador,

Características:

- Tensión: 120 - 230Vac.
- Intensidad: 14 mA.

### 3.2.3 Selector

Son los elementos empleados para simular la presencia o no de tensión eléctrica, se utiliza conmutador de 2 estados, permitiendo cortar el flujo de corriente hacia las devanados de los conmutadores del bloque para red pública y el grupo electrógeno, ver figura 17.

Características:

- Tensión: 120 - 230Vac.
- Intensidad: 3 A



Figura 17: Luces Pilotos y Selectores - Módulo de transferencia

### 3.2.4 Analizador de red

Es un elemento multitareas que ejecuta operaciones de control, lectura de datos, análisis de armónicos. Entre las principales funciones permite la visualización de parámetros eléctricos como: Potencias, Tensión, corriente, consumo de carga entre otras. Es un elemento muy empleado en proceso eléctricos en la industria. Emplea equipos de instrumentación como TCs y TPs para la lectura de corriente y voltaje, ver figura 18.



Figura 18: Analizador de Red - Módulo de transferencia [17]

Características:

- Tensión: 120 - 240 VAC.
- Puerto Serial RS-485

- Frecuencia de operación: 50/60 Hz.
- Registro de datos en memoria flash
- Temperatura de operación: -25 +70 °C

### 3.2.5 Unidad Automática.

Es un dispositivo electrónico inteligente de transferencia de carga, comandada por telemetría que facilita el control de ATS en condición manual y automático en función de las secuencias escogida por el operador.

Incorpora referencias de tiempo para apertura de la red pública, así como la adhesión del generador al instante de hacer el traslado de carga y viceversa, de la misma manera desconecta usuarios (carga) no primordiales dentro de la red, previo a la incorporación del grupo electrógeno, ver figura 19.

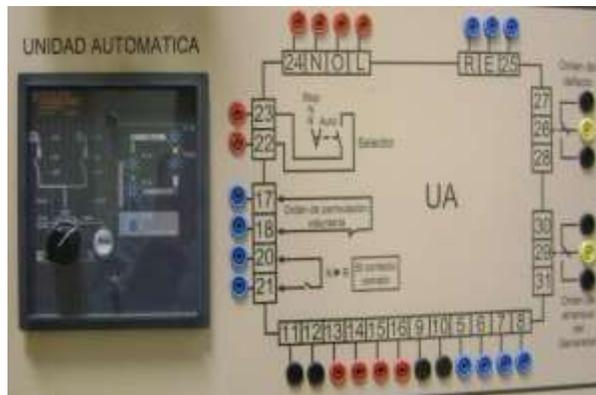


Figura 19: Unidad Automática - Módulo de transferencia [17]

Características:

- Tensión: 220 - 24Vac.
- Frecuencia de operación: 50 - 60 Hz.
- Intensidad: 8 A
- Intensidad térmica referencial: 8A

### 3.2.6 “Platina de Mando Auxiliar”

Es un elemento que facilita el abastecimiento de energía y protección del automatismo, y se encuentra vinculada a la “unidad automática”. Luego enlaza el control para el telemando y

el sistema de fuerza de “breakeres motorizados”, en la cual identifica la ausencia de flujo de energía en las fases para hacer sitio a la secuencia de transferencia, ver figura 20.

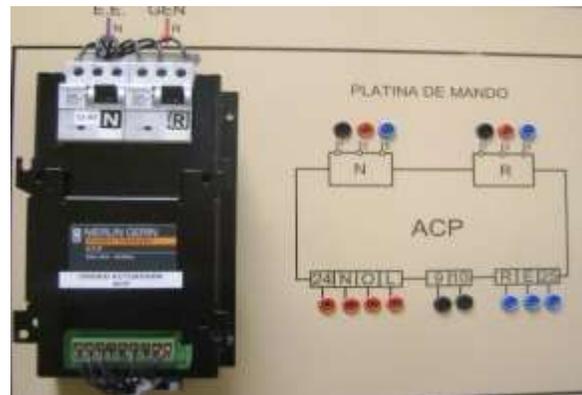


Figura 20: Platina de Mando - Módulo de Transferencia [17]

Características:

- Breakers P25M: 660 Vac; 0.63 – 1 [A].
- Tensión: 220 a 240 Vac.
- Frecuencia de operación: 50 - 60 Hz.

### 3.2.7 “Interbloqueo Eléctrico”

Es un elemento de control digital vinculada al “Interclavamiento mecánico”. Eléctricamente enclavada los “interruptores motorizados” salvaguardando los tiempos necesarios para el correcto modo de operación del sistema. Este encomendado a vigilar y prevenir que simultáneamente no entren en operación, respetando las inercias mecánicas de los elementos. Se debe esperar que el sistema este mecánicamente estable para iniciar una orden de cierre, en definitiva, aunque eléctricamente se habilite la apertura de un dispositivo y cierre de otro dispositivo sea paralelo, este Interclavamiento garantiza que inicialmente abra en su totalidad un dispositivo previo a la conmutación del otro, ver figura 21.

Características:

- Voltaje de control: 12 a 240 Vcc.
- Frecuencia. 50-60 Hz.
- Tensión: se establece el mismo que los Breakers motorizados

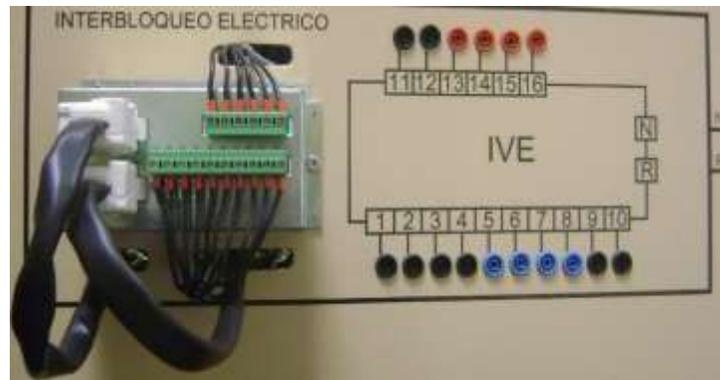


Figura 21: Interbloqueo eléctrico - Módulo de Transferencia [17]

### 3.2.8 Breakers Motorizados.

Se ocupa de transferir desde la red de energización principal (red pública), a una fuente de energización secundaria, como son los grupos electrógenos. Este dispositivo intercambia la fuente de suministro cuando la energía de la red principal se ha reestablecido. Dentro de los Breakers motorizados existe un conmutador de transferencia que salvaguarda que las dos fuentes de energía sean aisladas, asegurando el correcto traspaso de carga, ver figura 22.

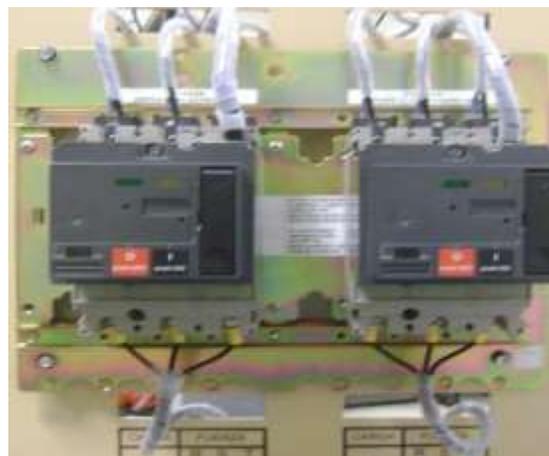


Figura 22: Breaker Motorizado - Módulo de Transferencia [17]

Estos dispositivos usualmente trabajan de manera controlada, así el conmutador de alimentador se fundamente para la magnitud de potencia de la misma manera que le toma real.

Características:

- Voltaje: 240 Vac.

- Ir: 0.8 – 1 [A]
- Frecuencia: 50-60 Hz.
- Imax: 400A

### 3.2.9 Contactor

Es un elemento electromecánico que permite el flujo de corriente dentro de una red. En el módulo, ese dispositivo energiza la barra de red pública, grupo electrógeno y la carga, ver figura 23.

Características:

- “Corriente 3Ø””: 440V - 20 A.
- “Corriente 1Ø””: 440V - 40 A.
- Tensión en bobina: 110 Vac.
- Auxiliar: 1 NO - 2 NC.



Figura 23: Contador trifásico - Módulo de transferencia

### 3.2.10 Transformador de Corriente

Es un elemento que nos permite medir la corriente que atraviesa en las líneas de fuerza, además se emplea en sistemas de protección conectados a circuitos de alta tensión.

El módulo de entrenamiento tiene 3 TC, cuya relación de transformación es de 40/5, cuya salida se encuentra en el analizadore de red.

Características:

- Voltaje: 600 VAC.

- Frecuencia de operación: 50/60 Hz.
- Relación: 40/ 5A.
- Capacidad: 1/2.5 VA.

### **3.2.11 Temporizador multifunción.**

El temporizador multifunción ejecuta la acción de apertura y cierre en sus terminales de acuerdo a un tiempo preestablecido ajustable. El temporizador entrega la corriente a la red magnética permitiendo desplazar el eje principal. El equipamiento del reloj es diverso, pudiendo estos ser térmicos, neumáticos o digitales. Los contactos que inicialmente se encuentran cerrados se apertura y los terminales normalmente abiertos se cierran. Es elemento es empleado como simulador inicial de arranque del motor primario antes de la activación del generador, pudiendo trabajar en segundos o en minutos según sea su implementación.

Características:

- Voltaje de control: 24 – 220 Vac.
- Espectro temporizado: 0.05 seg a 100 hrs.

### **3.2.12 Breaker**

Elemento fundamental en el módulo de protecciones su función es salvaguardar la instalación general y al motor, aperturando la red en las siguientes condiciones: fallas de sobrecorriente por cortocircuito y sobrecarga. En el segundo caso cuando la corriente demandada supera de 5 a 10 veces la nominal.

Característica

- Frecuencia: 50 - 60 Hz.
- Corriente convencional: 30 A
- Voltaje 3Ø: 220 Vac.
- Tensión nominal: 440 Vac.

### **3.2.13 “Relé de Control”**

Elemento electromecánico empleado como un interruptor manejado por tensión eléctrica, en el que, a través de un electroimán se activa uno o varios grupos de contactos que facilitan la

apertura y cierre de circuitos eléctricos autónomos. La operación está fundamentada en la estimulación de una bobina que magnetiza al entrehierro que atrae a un eje móvil permitiendo la unión entre conmutadores.

El elemento está conectado a los indicadores piloto o señalización para la red pública de la barra de abastecimiento eléctrico igual la barra del grupo electrógeno en el módulo ATS.

#### Característica

- Contacto: 220 Vac – 24 Vdc
- Intensidad: 6 A.

#### 3.2.14 UPS

Es un elemento fundamental como respaldo de energía cuando se ha interrumpido el suministro público. Este dispositivo lleva incorporado un banco de baterías que brindará energía durante un corto tiempo, permitiendo a los elementos de mayor fuerza a realizar un correcto apagado. Usualmente presta servicio a cargas críticas o los sistemas de telecomunicaciones. El rol que cumple en el tablero ATS es entregar tensión eléctrica hacia “unidad automática” con el fin de efectuar las transferencias de carga, ver imagen 24.



Figura 24: Sistema de alimentación ininterrumpido - Módulo de transferencia [17]

#### Especificaciones

- Capacidad: 625 VA
- Intensidad: 5A
- Tensión: 120 Vac

### **3.3 Metodología para simulación de fallas en el Módulo de transferencia automática**

Mientras exista perturbaciones en el suministro eléctrico de la red pública, el grupo electrógeno entra en operación respetando el intervalo de tiempo preestablecido luego que percibe la ausencia del flujo eléctrico. La energía producida es transferida hacia los diferentes ramales del sistema por medio de la transferencia.

Las protecciones, el arranque del grupo electrógeno, el monitoreo y la sincronización de la red exterior es realizada por la unidad controladora.

En esta sección se detallará la metodología para simular las diferentes fallas y modos de operación del módulo de transferencia en una red monofásica, tales como:

- Entrada de línea monofásica de Red Pública a través del funcionamiento de arranque forzado detectada por el dispositivo de unidad Automática
- Entrada de línea monofásica de grupo electrógeno a través del funcionamiento de arranque forzado detectada por el dispositivo de unidad Automática
- Prueba de transferencia automática mediante la simulación de falla en la red eléctrica pública censada por la unidad automática e ingreso de grupo electrógeno.
- Prueba de transferencia automática mediante la simulación de falla en la red eléctrica pública detectada por el “supervisor de tensión” para ingreso de grupo electrógeno.

Para ello se elabora un manual de usuario con los procedimientos necesarios para los escenarios previamente descritos.

### 3.3.1 Entrada de línea monofásica de Red Pública a través del funcionamiento de arranque forzado detectada por el dispositivo de unidad Automática

En esta práctica se presenta el procedimiento para la incorporación de la red pública monofásica al tablero de entrenamiento. Los elementos a emplear son: la platina de mando auxiliar, interbloqueo eléctrico y la unidad automática Figura 25. El cierre de los Breakers motorizados para la energización de la carga es establecida por la UA.

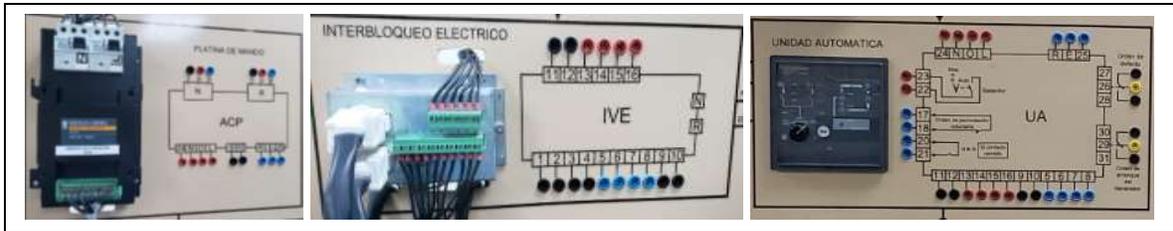


Figura 25: Elementos de la práctica ACP, IVE y UA

#### 3.3.1.1 Conexiones - diagrama de fuerza

Las conexiones de cada componente de fuerza se realizan con los siguientes pasos a continuación y reflejado en la figura 26.

1. Enlazar las terminales R y S de la red monofásica de suministro público “NORMAL” hacia las terminales R y S del breaker motorizado respectivo, ver figura 26.

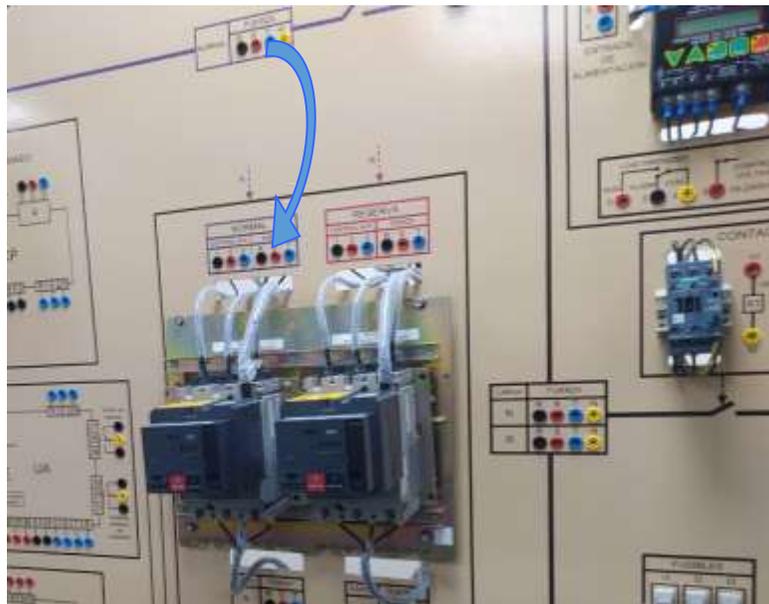


Figura 26: Conexiones de Red Pública a BM1

2. Enlazar las terminales de salida del breaker motorizado (parte inferior) R y S hacia los terminales de carga respectivo, ver figura 27.

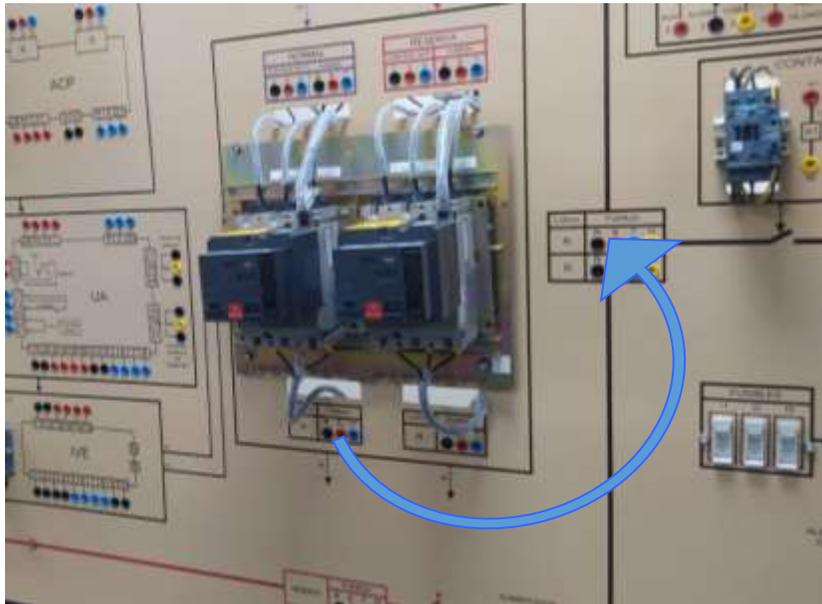


Figura 27: Conexión de BM1 – Barra de Carga “N”

3. Enlazar el terminal de Netro (N) de la red de suministro público con el terminal de neutro de la carga para tener el mismo sistema referencial, ver figura 28.

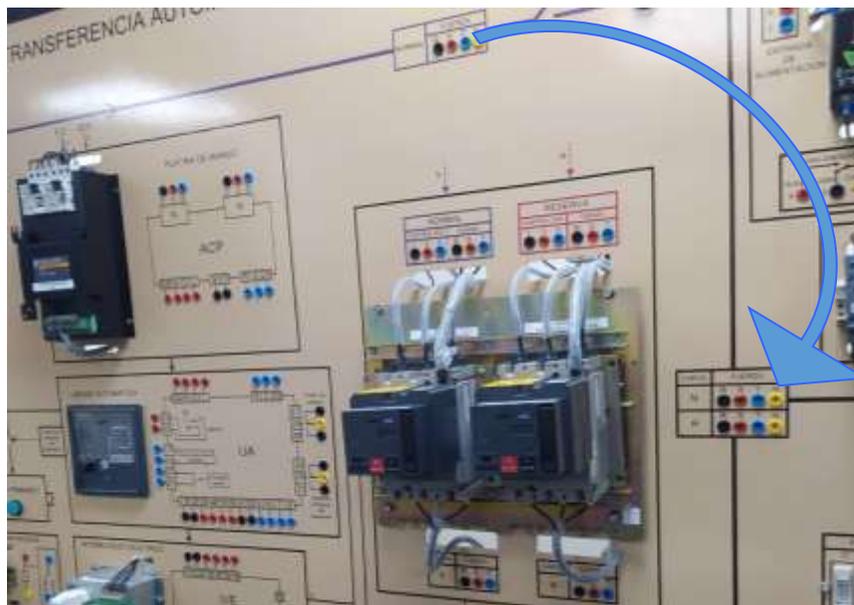


Figura 28: Conexión Neutro de Red Publica a Barra de carga “N”

- Enlazar las terminales R y S de la barra de carga de la red pública hacia las terminales U y V del interruptor de carga, ver figura 29.

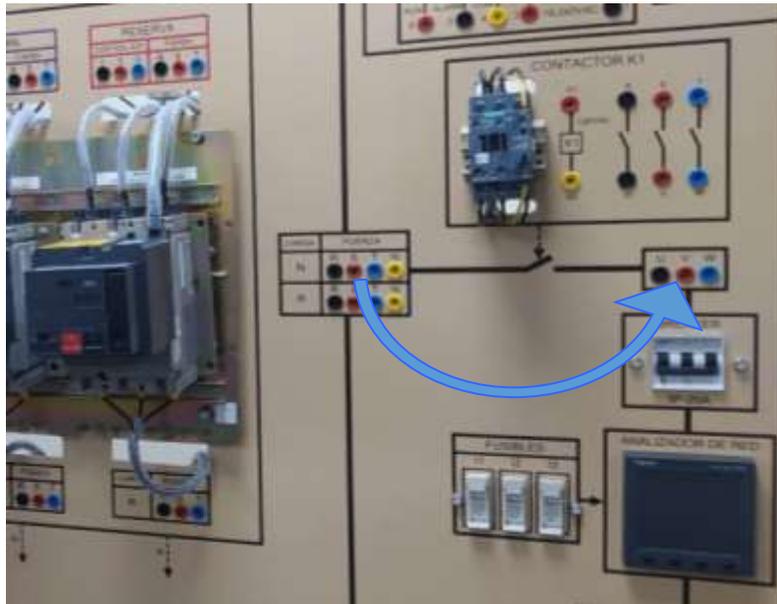


Figura 29: Conexión de Barra de carga "N" a Terminales U, V y W

El diagrama de fuerza en el Módulo ATS, queda de acuerdo a la figura 30.

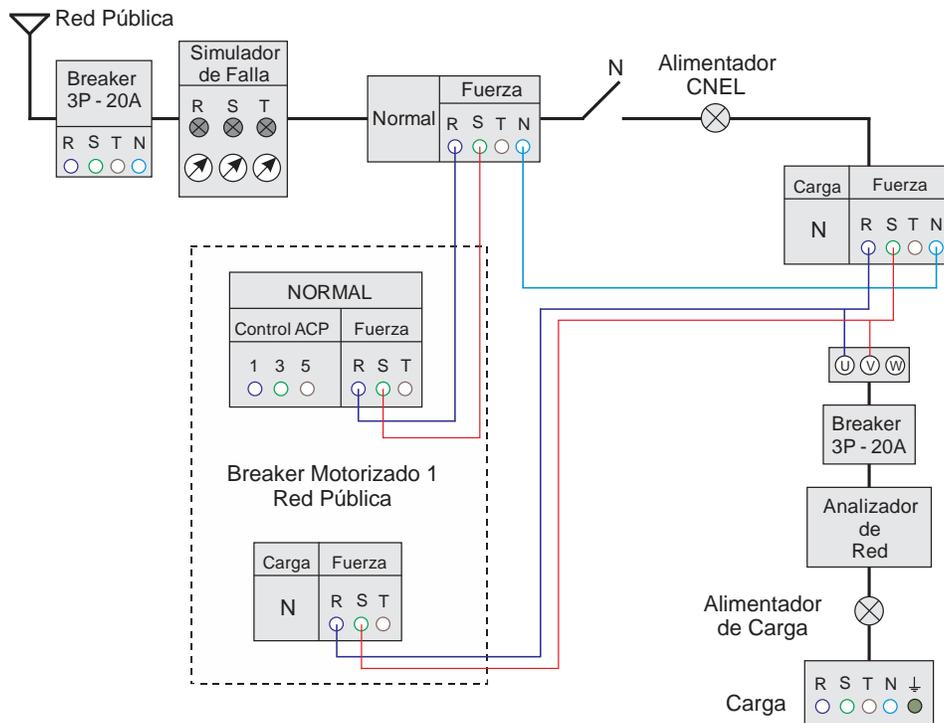


Figura 30: Diagrama de conexión de Elementos de Fuerza - Red Pública

### 3.3.1.2 Conexiones - Elementos de Control

1. Situar la perilla en “N” de la Unidad Automática.
2. Setear los parámetros “A=0”, “B=1” y “C=1” en los conmutadores de la U.A., que se sitúan en la parte trasera del módulo, debido a la conexión monofásica.
3. Situar en configuración “Auto” a los Breakers motorizados.
4. Establecer rangos de duración en la U.A. T2: “0”, “1”, “4”, “8”, “30”, “120” seg
5. Enlazar los terminales 1 y 3 de la platina de mando “N” hacia los terminales 1 y 3 de la platina de mando auxiliar del interruptor motorizado del suministro público.
6. Las conexiones de la “Unidad Automática”, de cada platina de mando auxiliar y y del interbloqueo se procede a realizar como se muestra en la figura 31, en donde se debe considerar los terminales correctos para su óptimo funcionamiento.

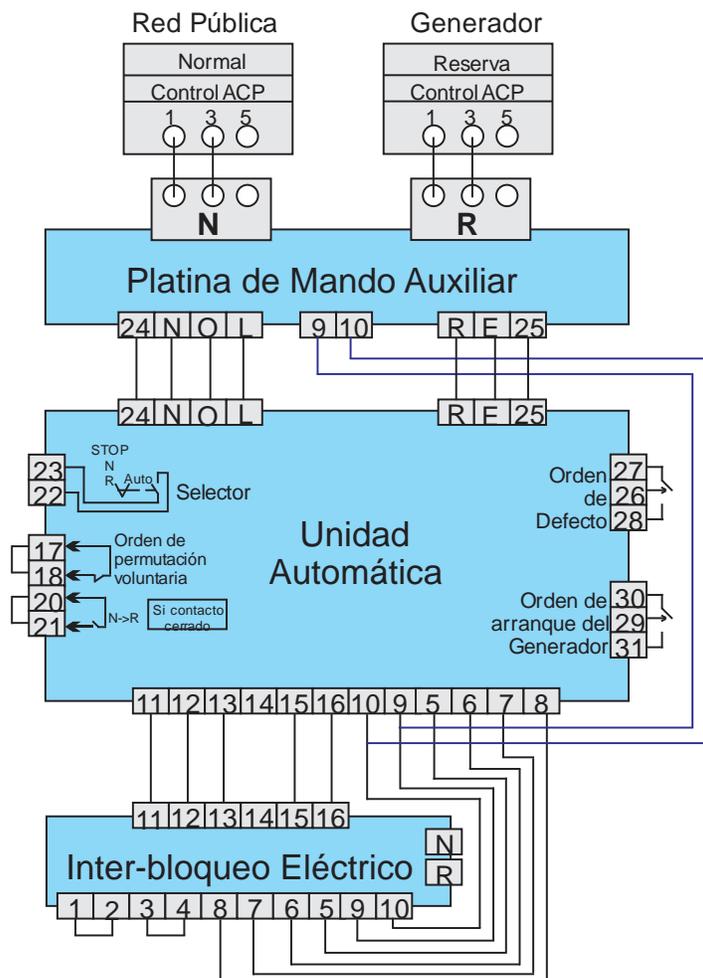


Figura 31: Diagrama del sistema de control Monofásico

El esquema mostrado en la figura 31, se refleja físicamente en el módulo de ATS de acuerdo a la figura 32.

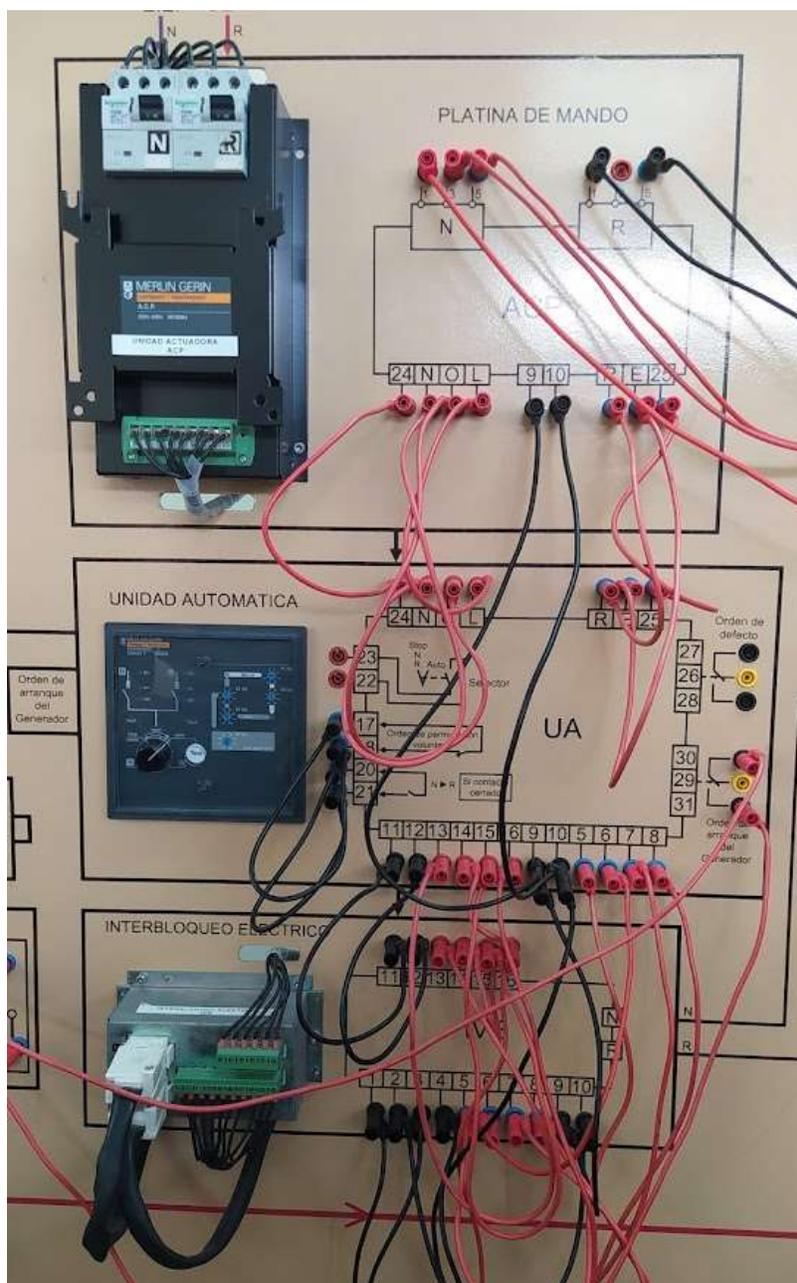


Figura 32: Diagrama del sistema de control Monofásico en Módulo ATS

### 3.3.1.3 Arranque de Operación

1. Conectar clavija de sumisito de red pública.
2. Poner en marcha interruptor de ingreso de suministro público de energía.

3. Simular falla empujando los selectores R y S, esto es colocando en condición de cerrado, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R y S se iluminen.
4. En los terminales de salida R, S y Neutro se puede colocar cualquier carga monofásica, en este caso emplearemos un motor monofásico, ver figura 27.

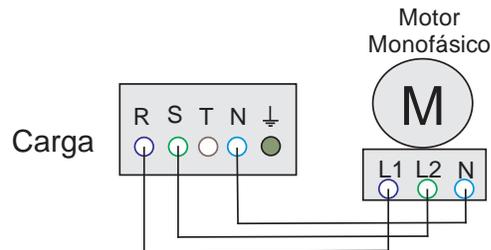


Figura 33: Conexión de carga monofásica

#### Recomendaciones:

- Situar a cada componente en sus posiciones iniciales de apagado “Off” entre ellos: selectores, breaker motorizado e interruptor de ingreso de red pública.
- Para colocar en condiciones normales el BM 1, colocamos en manual para luego presionamos “Off”, rápidamente desactivamos el Breaker y el dispositivo mostrará una señal visual de “Discharged”
- Para cargar el accionamiento del breaker se emplea la manija lentamente de arriba hacia abajo mientras el indicador visual cambie a “Charged”.

### 3.3.2 Entrada de línea monofásica del Grupo Electrónico a través del funcionamiento de arranque forzado detectada por el dispositivo de unidad Automática.

En esta práctica se presenta el procedimiento para la incorporación del grupo electrónico monofásica al tablero de entrenamiento, los elementos a emplear son: la platina de mando auxiliar, interbloqueo eléctrico y la unidad automática Figura 34. El cierre de los Breakers motorizados para la energización de la carga es establecida por la UA.

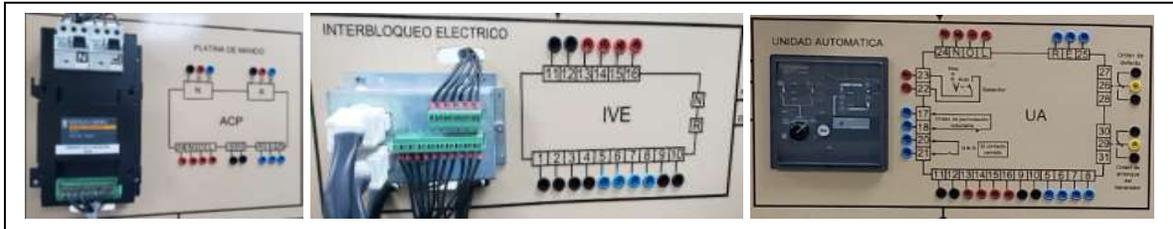


Figura 34: Elementos de la práctica ACP, IVE y UA

#### 3.3.2.1 Conexiones para el diagrama de fuerza

Las conexiones de los elementos de fuerza se realizan siguiendo los pasos a continuación y reflejado en la figura 28.

1. Enlazar las terminales R y S de la red monofásica del grupo electrónico hacia las terminales R y S del breaker motorizado respectivo, ver figura 35.



Figura 35: Conexiones de Grupo Electrónico a BM2

2. Enlazar las terminales de salida del breaker motorizado R y S hacia los terminales de carga respectivo, ver figura 36.

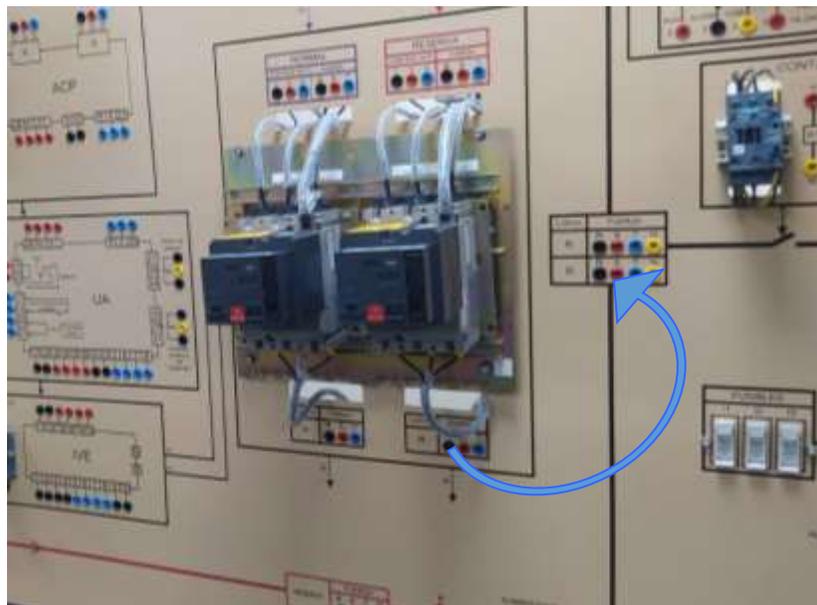


Figura 36: Conexión de BM2 – Barra de Carga R

3. Enlazar el terminal de Netro (N) del grupo electrógeno con el terminal de neutro de la carga para tener el mismo sistema referencial.

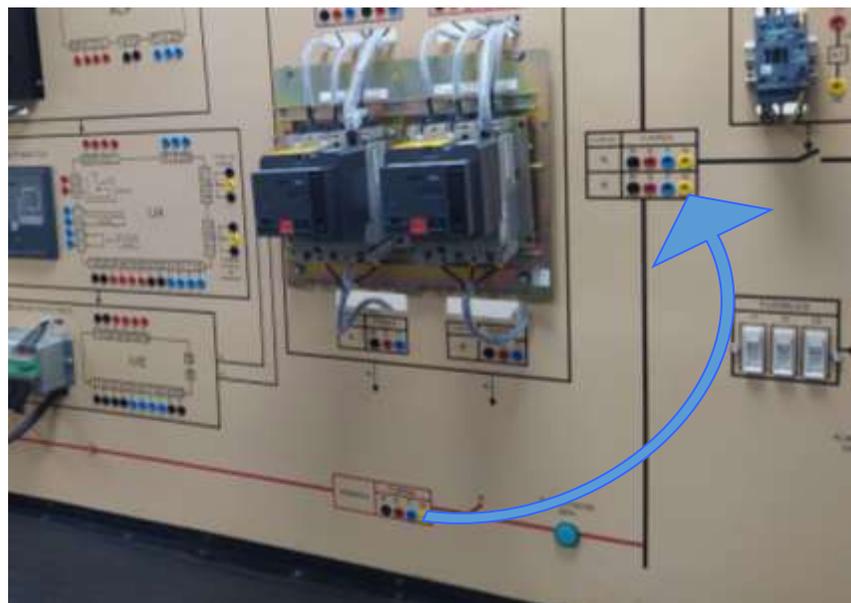


Figura 37: Conexión Neutro de Grupo Electrógeno a Barra de carga R



5. Enlazar las terminales U y V de la salida del generador hacia las terminales U y V del contactor K2 “Contacto de Fuerza”, ver imagen 29.

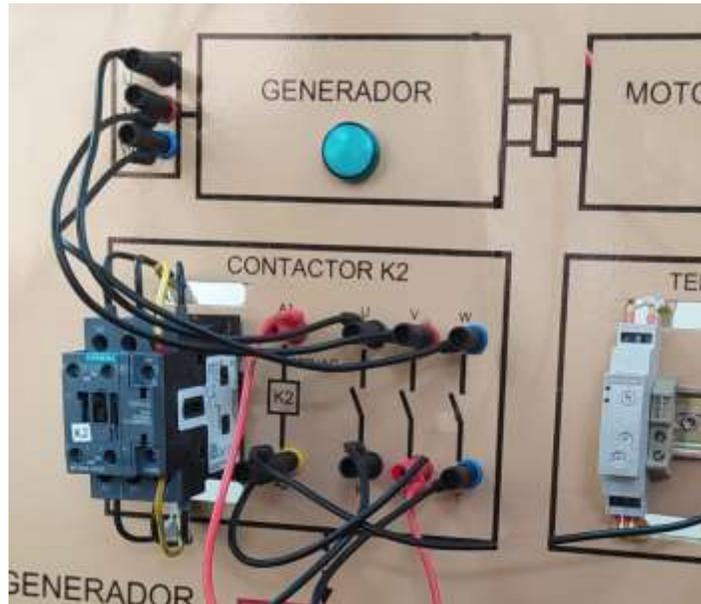


Figura 40: Conexión Generador - Contactor K2

6. Enlazar las terminales R y S de la salida del contactor K2 del generador hacia las terminales U y V del interruptor de Generador, ver imagen 41.

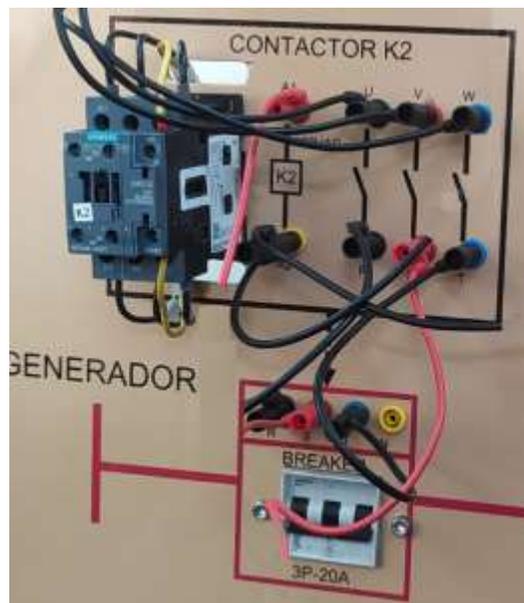


Figura 41: Conexión de Contactor K2 - Breaker del Generador

### 3.3.2.2 Conexiones - Sistema de Control

1. Encender el mecanismo para respaldo de energía UPS
2. Situar la perilla en “R” de la Unidad Automática.
3. Setear los parámetros “A=0”, “B=1” y “C=1” en los conmutadores de la U.A., que se sitúan en la parte trasera del módulo, debido a la conexión monofásica.
4. Situar en configuración “Auto” a los Breakers motorizados.
5. Establecer rangos de duración en la U.A. T2: “0.5”, “1”, “2”, “4”, “10” Seg.
6. Enlazar el terminal del neutro del Breaker de suministro público con la referencia del neutro del UPS.
7. Enlazar el terminal “R” del breaker de suministro público con el terminal de fase en el UPS, ver figura 42.
8. Enlazar el terminal del neutro “N” de la salida del UPS hacia el terminal A2 del contactor “K2” y con el terminal “7” del elemento temporizador, ver figura 42.
9. Enlazar el terminal L (fase) de salida de UPS hacia la terminal 2 del temporizador incluyendo el terminal “1” del temporizador, ver figura 42.
10. Enlazar el terminal 3, Conmutador Normalmente abierto del Timer hacia el terminal A1 del contactor K2 (bobina), ver figura 42.

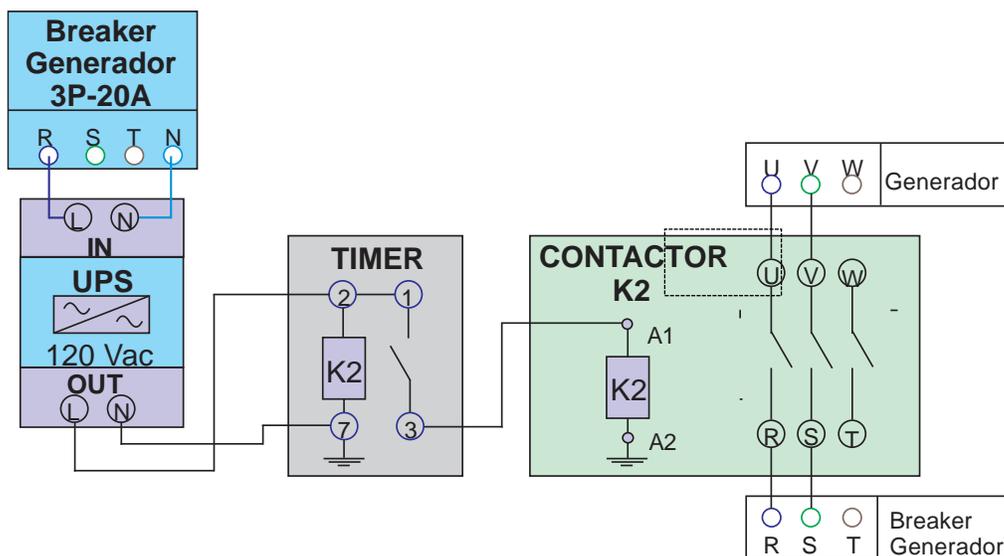


Figura 42: Conexión UPS. Timer y Contactor K2

11. Enlazar los terminales 1 y 3 de la planita de mando “R” con los terminales 1 y 3 de la platina de mando auxiliar del “Breaker motorizado 2”, ver figura 43.

12. Las conexiones de la Unidad Automática, de la platina de mando auxiliar y del interbloqueo se procede a realizar como se muestra en la figura 43, en donde se debe considerar los terminales correctos para su óptimo funcionamiento.

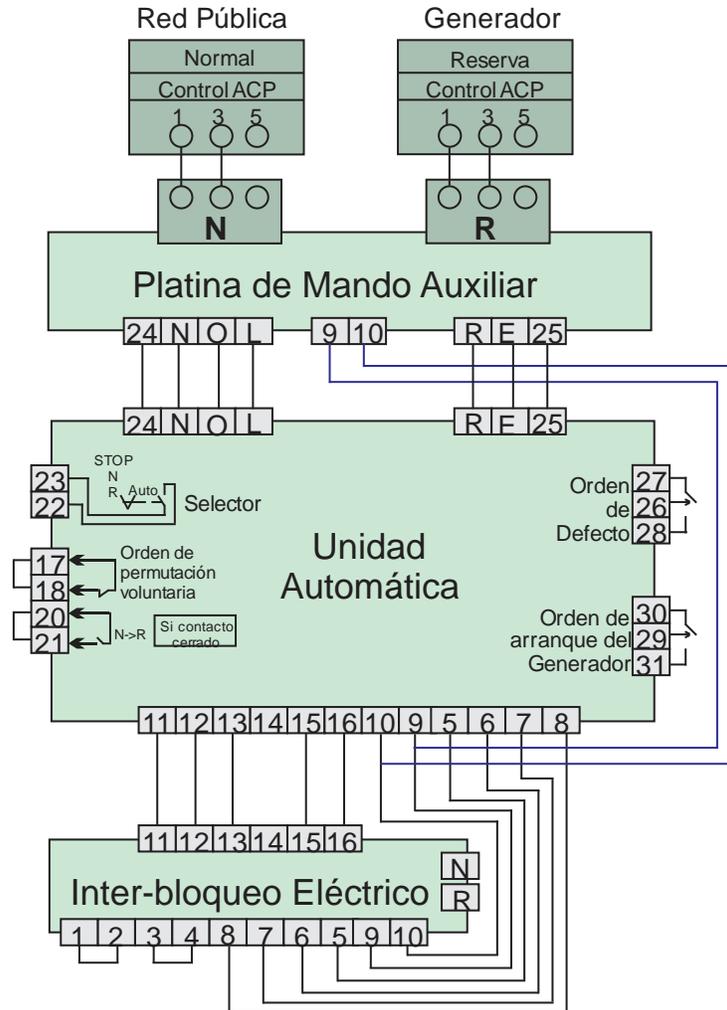


Figura 43: Diagrama del sistema de control Monofásico

### 3.3.2.3 Arranque de Operación

1. Conectar clavija de sumisito de red pública de la misma manera la clavija del suministro de reserva (grupo Electrónico)
2. Activar Breaker “3P-20” de ingreso para suministro de energía pública.
3. Activar Breaker “3P-20” de ingreso para suministro de grupo electrónico.
4. Simular falla, empelando los selectores R y S, esto es colocando en condición de cerrado, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R y S se iluminen luego del ingreso del grupo electrónico.

5. Prender el UPS
6. En los terminales de salida R, S y Neutro se puede colocar cualquier carga monofásica, un motor monofásico, como se muestra la figura 33.

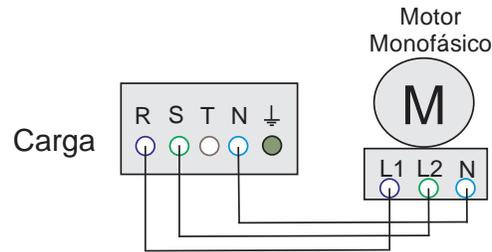


Figura 44: Conexión de carga monofásica

#### Recomendaciones:

- Situar a cada componente en sus posiciones iniciales de apagado “Off” entre ellos: selectores, breaker motorizado e interruptor de ingreso de red pública.
- Para colocar en condiciones normales el BM 1, colocamos en manual para luego presionamos “Off”, rápidamente desactivamos el Breaker y el dispositivo mostrará una señal visual de “Discharged”
- Para cargar el accionamiento del breaker se emplea la manija lentamente de arriba hacia abajo mientras el indicador visual cambie a “Charged”.

### 3.3.3 Prueba de transferencia automática mediante la simulación de falla en la red eléctrica pública censada por la unidad automática e ingreso de grupo electrógeno.

En esta práctica se presenta el procedimiento para la incorporación del grupo electrógeno monofásico al tablero de entrenamiento, los elementos a emplear son: la platina de mando auxiliar, interbloqueo eléctrico y la unidad automática Figura 45. El cierre de los Breakers motorizados para la energización de la carga es establecida por la UA.

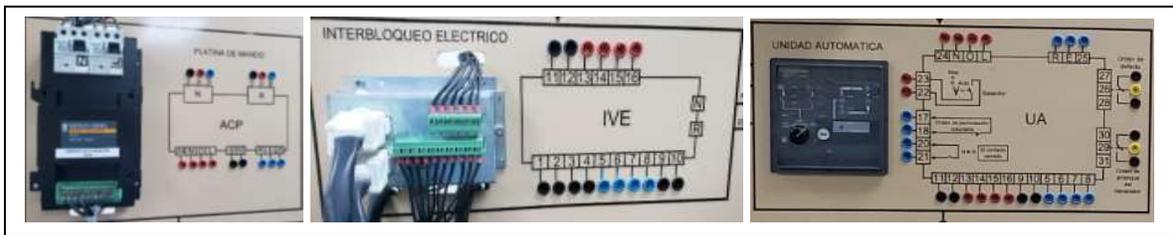


Figura 45: Elementos de la práctica ACP, IVE y UA

#### 3.3.3.1 Detalles del Funcionamiento

1. Suministramos de energía la barra alimentadora monofásico con suministro público.
2. Se pone en marcha en conjunto de traspaso de carga (“IVE”, “ACP” y “UA”) para suministro público.
3. A través de los ajustes de temporización para la unidad Automática lleva a cabo la habilitación del BM-1 “suministro público”, poner el funcionamiento el UPS y energización de barra d carga
4. A través de la inhabilitación de una de las Líneas de la red pública, el dispositivo “U.A” envía una alerta y activa el motor primario (“Timer”) a través del UPS.
5. A través del ajuste de rango del temporizador (5, 10 y 60 segundos) iniciamos la habilitación del contactor “K2” y generador.
6. Suministramos el sistema de reserva para energizar la barra monofásica.
7. Se poner en marcha en conjunto de transferencia (“IVE”, “ACP” y “UA”) del suministro de reserva.
8. A través de los ajustes en el temporizador en la unidad Automática ejecutamos la desconexión del BM 1 “suministro público” (T1: “15”) luego la habilitación del BM-2 “generador” (T3: “15”) y la energización del alimentador de carga.

9. Se restaura la red monofásica de red pública través de los ajustes de tiempo (T2: “0,1”, “4”, “8”, “30”, “60”, “120”) de la unidad Automática se lleva a cabo la desconexión del BM de “Generador” y la habilitación del BM -1 “suministro público” (T4: “5”) y la energización del alimentador de carga.

### 3.3.3.2 Conexiones para el diagrama de fuerza

1. Enlazar las terminales R y S de la red monofásica de suministro público hacia las terminales R y S del breaker motorizado respectivo, ver figura 46.

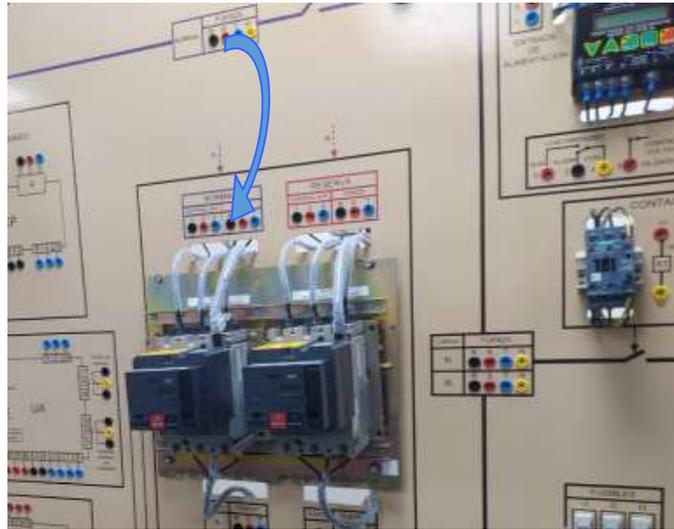


Figura 46: Conexiones de Red Pública a BM1

2. Enlazar las terminales de salida del breaker motorizado R y S hacia los terminales de carga respectivo, ver figura 47.

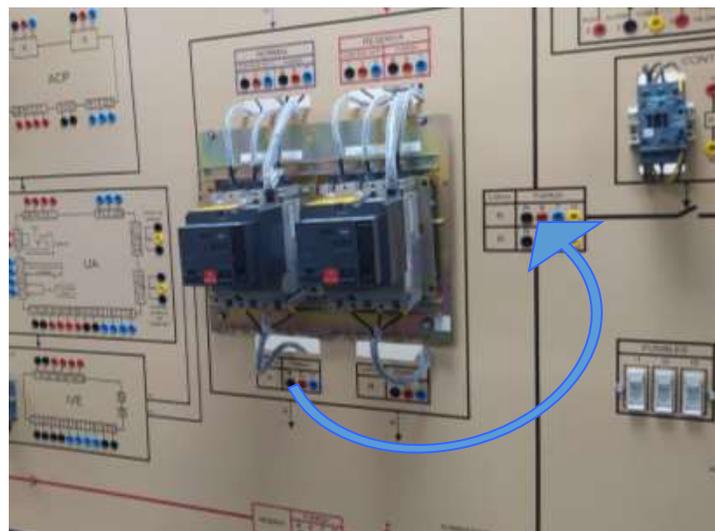


Figura 47: Conexión de BM1 – Barra de Carga “N”

3. Enlazar el terminal de Netro (N) de la red de suministro público con el terminal de neutro de la carga para tener el mismo sistema referencial, ver figura 48.

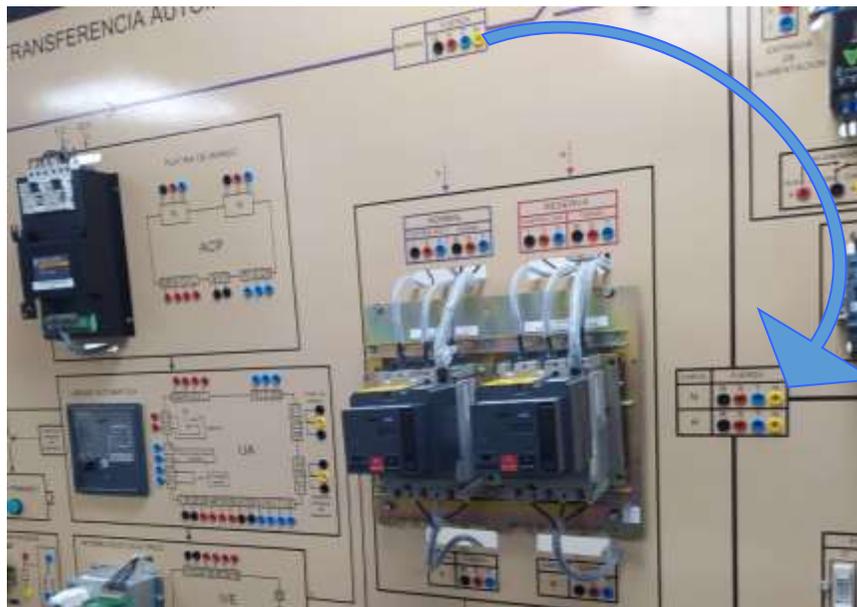


Figura 48: Conexión Neutro de Red Publica a Barra de carga "N"

4. Enlazar las terminales R - S en la salida del Barra de alimentador hacia las terminales U - V del interruptor de carga "3P-20A", ver figura 49.

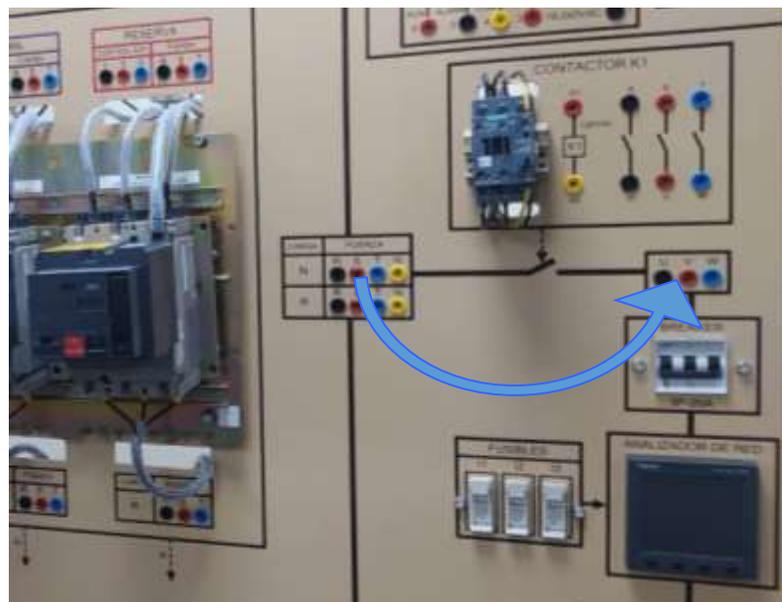


Figura 49: Conexión de Barra de carga "N" a Terminales U, V y W

5. Enlazar las terminales R y S de la red monofásica del grupo electrógeno hacia las terminales R y S del breaker motorizado (BM2), ver figura 50.

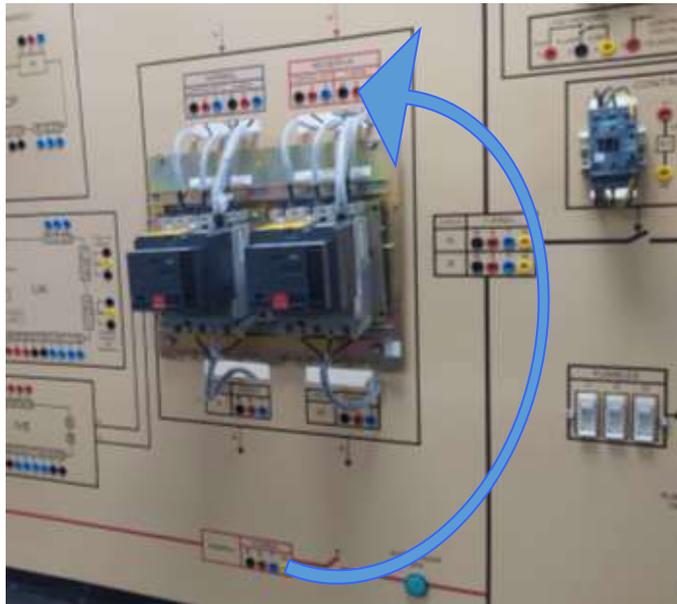


Figura 50: Conexiones de Grupo Electrónico a BM2

6. Enlazar las terminales de salida del breaker motorizado R y S hacia los terminales de carga respectivo, ver figura 51.
7. Enlazar el terminal de Netro (N) del grupo electrógeno con el terminal de neutro de la carga para tener el mismo sistema referencial, ver figura 51.

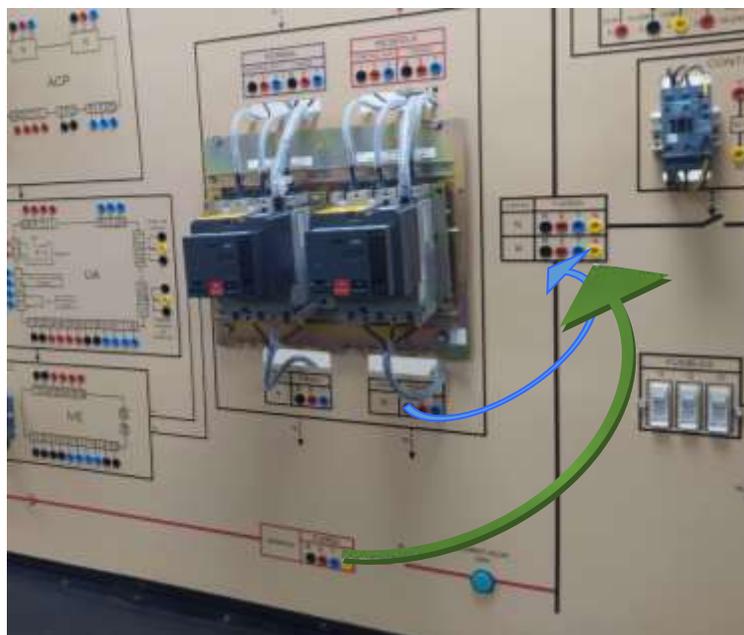


Figura 51: Conexión de BM2 – Barra de Carga R

Los procedimientos de los pasos 1 al 7 se detallan en la figura 52.

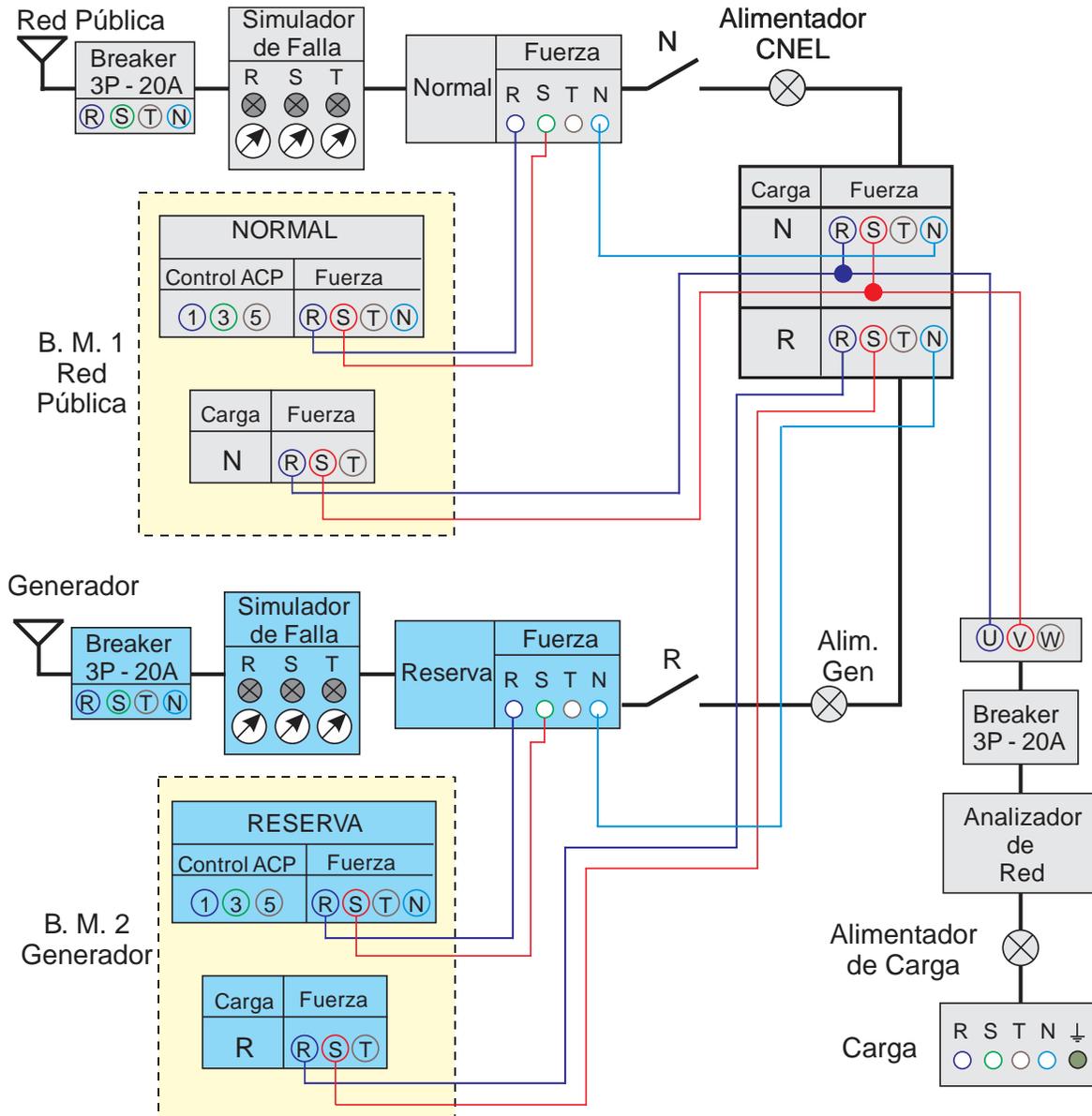


Figura 52: Conexión para transferencia Red Pública - Generador

8. Enlazar las terminales U y V de la salida del generador hacia las terminales U y V del contactor K2 "Contacto de Fuerza", ver imagen 53.

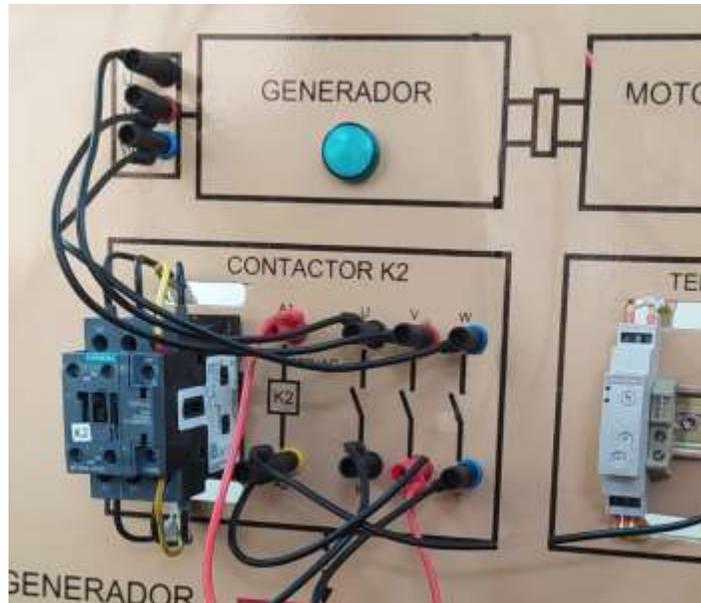


Figura 53: Conexión Generador - Contactor K2

9. Enlazar las terminales R y S de la salida del contactor K2 del generador hacia las terminales U y V del interruptor de Generador, ver imagen 54.

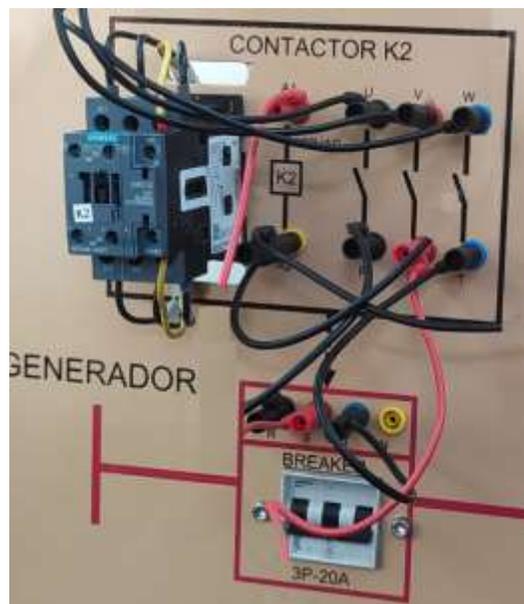


Figura 54: Conexión de Contactor K2 - Breaker del Generador

### 3.3.3.3 Conexiones para el Sistema de Control

1. Situar la perilla en “Auto” de la Unidad Automática.

2. Setear los parámetros “A=0”, “B=1” y “C=1” en los conmutadores de la U.A., que se sitúan en la parte trasera del módulo, debido a la conexión monofásica.
3. Situar en configuración “Auto” a los Breakers motorizados.
4. Establecer rangos de duración en la U.A. T3: “0.5”, “1”, “2”, “4”, “10” Seg.
5. Enlazar el terminal del neutro del Breaker de suministro público con la referencia del neutro del UPS, ver figura 55.

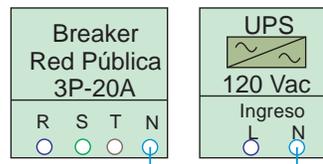


Figura 55: Conexión Breaker red pública - UPS

6. Enlazar el terminal “R” de la barra de carga con el terminal de fase (ingreso) del UPS, ver figura 56.
7. Enlazar el terminal del neutro “N” de la salida del UPS hacia el terminal A2 del conmutador “K2” hacia el terminal “7” en el elemento temporizador, ver figura 56.
8. Enlazar el terminal L (fase) de salida de UPS hacia la terminal 30 (normalmente abierto) de la unidad Automática, ver figura 56.
9. Enlazar el terminal 31 Contacto normalmente abierto de la “UA” con el terminal “1” y “2” de la bobina del Timer, ver figura 56.
10. Enlazar el terminal 3, Conmutador Normalmente abierto en el Timer hacia el terminal A1 en el conmutador K2 (bobina), ver figura 56.

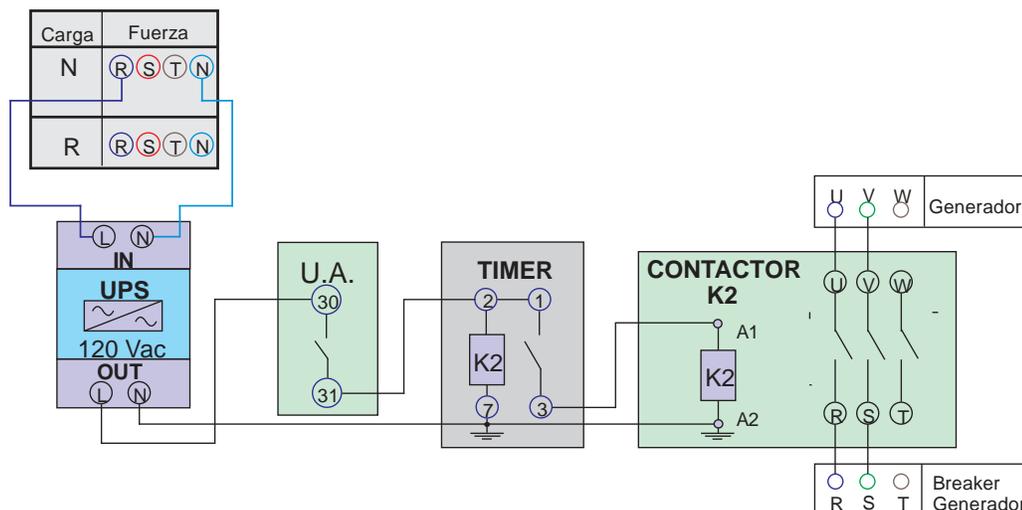


Figura 56: Conexión de UPS, UA, Timer y Contactor K2

11. Enlazar los terminales 1 y 3 de la planita de mando “N” con los terminales 1 y 3 de la platina de mando auxiliar del “Breaker motorizado 2”, ver figura 57.
12. Enlazar los terminales 1 y 3 de la planita de mando “R” con los terminales 1 y 3 de la platina de mando auxiliar del “Breaker motorizado 2”, ver figura 57.
13. Las conexiones de la Unidad Automática, de la platina de mando auxiliar y del interbloqueo se procede a realizar como se muestra en la figura 57, en donde se debe considerar los terminales correctos para su optimo funcionamiento.

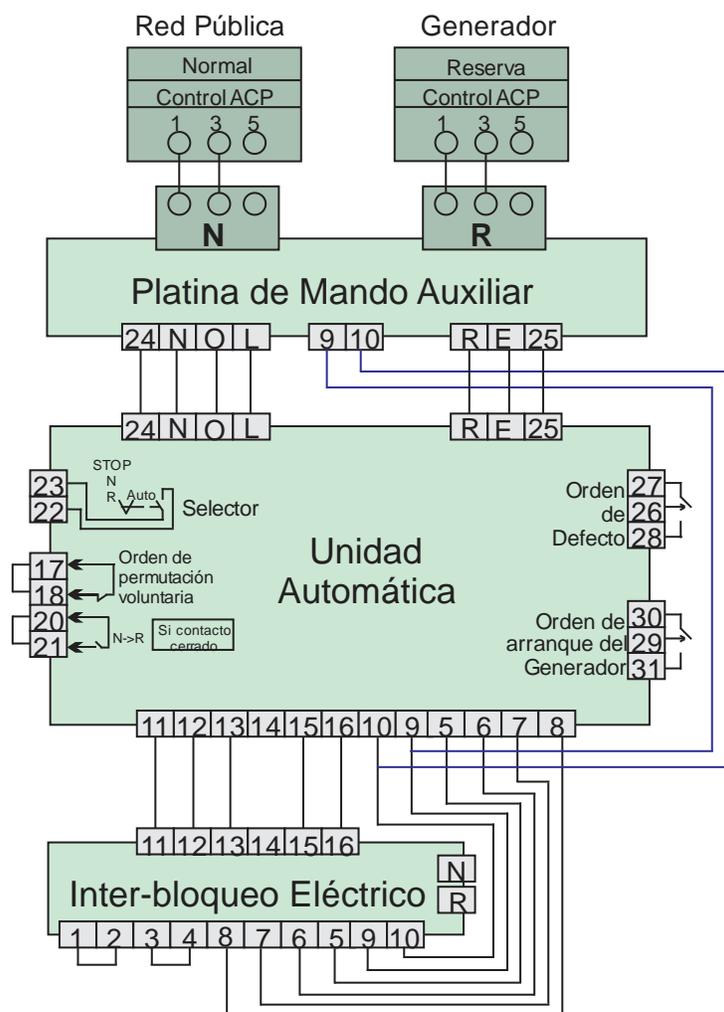


Figura 57: Diagrama del sistema de control Monofásico

El esquema mostrado en la figura 57, se refleja físicamente en el módulo de ATS de acuerdo a la figura 58.

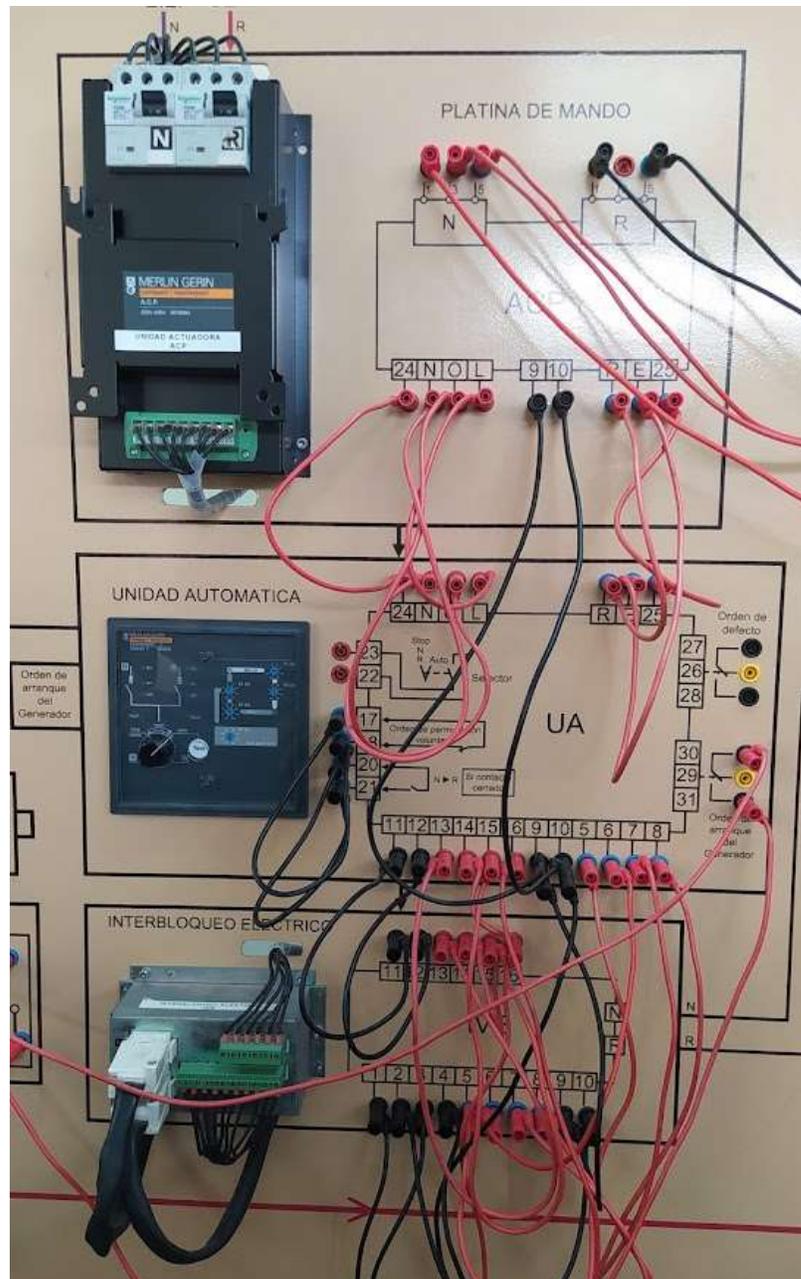


Figura 58: Diagrama del sistema de control Monofásico en Módulo ATS

### 3.3.3.4 Arranque de Operación

1. Conectar clavija de sumisito de red pública de la misma manera la clavija del suministro de reserva (grupo Electrónico)
2. Activar Breaker “3P-20” de ingreso para suministro de energía pública.
3. Activar Breaker “3P-20” de ingreso para suministro de grupo electrógeno.
4. Prender el UPS.

5. Simular falla en suministro público, empleando los selectores R y S, esto es colocando en condición de cerrado, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R y S se iluminen.
6. Simular falla en suministro abastecimiento de reserva, empleando los selectores R y S, esto es colocando en condición de cerrado, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R y S se iluminen al ingreso de suministro de reserva.
7. En los terminales de salida R, S y Neutro se puede colocar cualquier carga monofásica, un motor monofásico, como se muestra la figura 40.

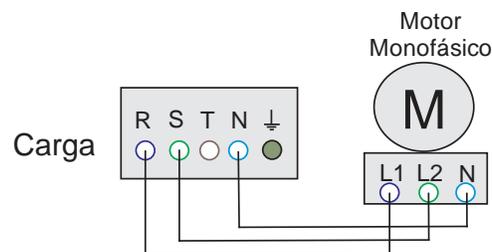


Figura 59: Conexión de carga monofásica

8. Desactivar simulador falla en suministro público, empleando los selectores R y S, esto es colocando en condición de “Abierta”, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R y S dejen de iluminar.

### 3.3.4 Prueba de transferencia automática mediante la simulación de falla en el suministro eléctrico pública detectada por el “supervisor de tensión” para ingreso de grupo electrógeno.

En esta práctica se presenta el procedimiento para la incorporación del grupo electrógeno trifásico al tablero de entrenamiento, los elementos a emplear son: la platina de mando auxiliar, interbloqueo eléctrico, la unidad automática y supervisor de tensión, Figura 60. El cierre de los BM1 y BM2 para la energización de la carga es establecida por la UA.

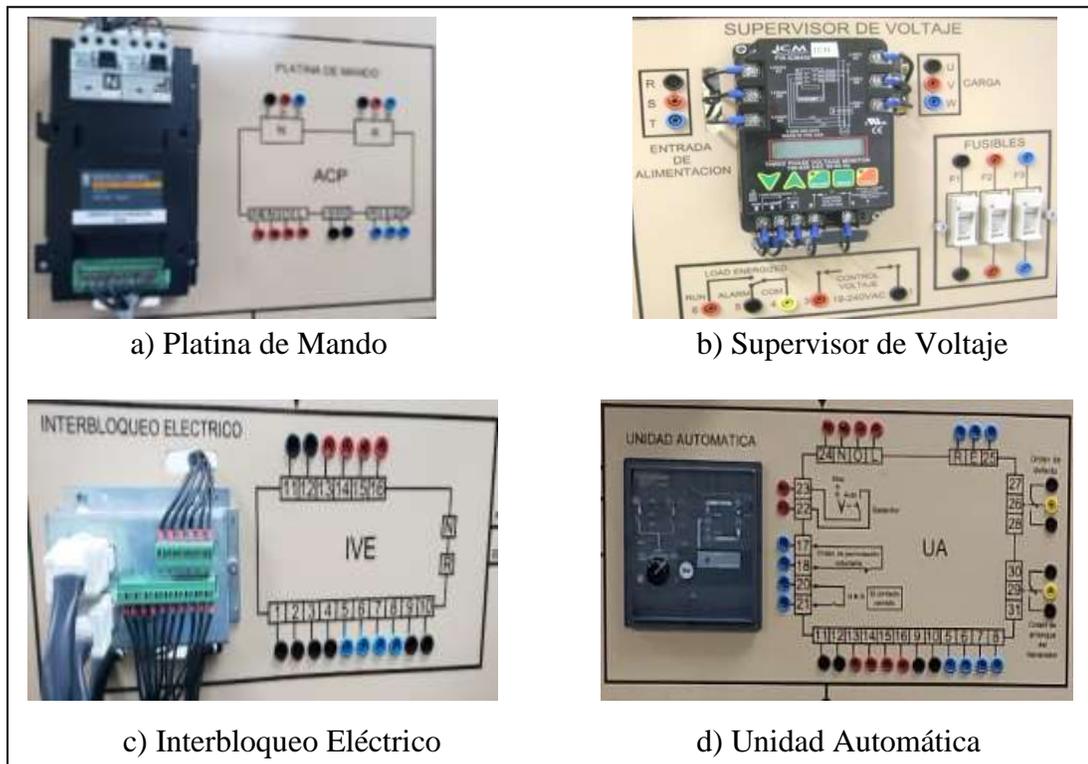


Figura 60: Elementos de la práctica ACP, IVE y UA

#### 3.3.4.1 Detalles del Funcionamiento

##### Variac Trifásico

1. Empleamos el Variac trifásico de 220V para suministrar tensión al módulo de entrenamiento. Este elemento permite incrementar o decrementar la tensión de entrada, haciendo que el supervisor de voltaje cense esa variación como una falla tanto de caída como subida de voltaje.

- Habilitamos el Variac activando los Breakers que se encuentran en la parte posterior y parte lateral derecho. Luego colocamos el interruptor de regulación en “OFF” y el interruptor de display en posición de “ON”, tal como se muestra en la figura 61.
- Ajustamos la perilla de regulación del Variac hasta que el indicador de “Vact” sea igual a 130 V, ver figura 61. Este valor (130 V) representa aproximadamente 220V trifásico, tensión nominal de red pública.

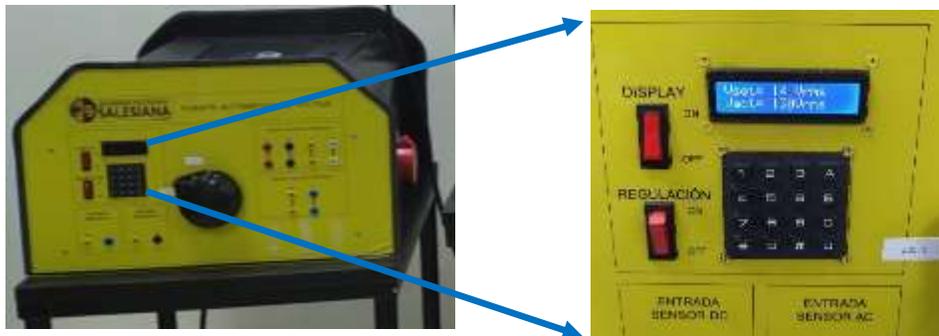


Figura 61: Ajuste de Variac

### Supervisor de tensión

- Empleamos en Supervisor de Voltaje para la detección de fallas como: Pérdida de fase, caída y subida de tensión. Los ajustes se realizan mediante el uso de las teclas de configuración mostrado en la figura 62.

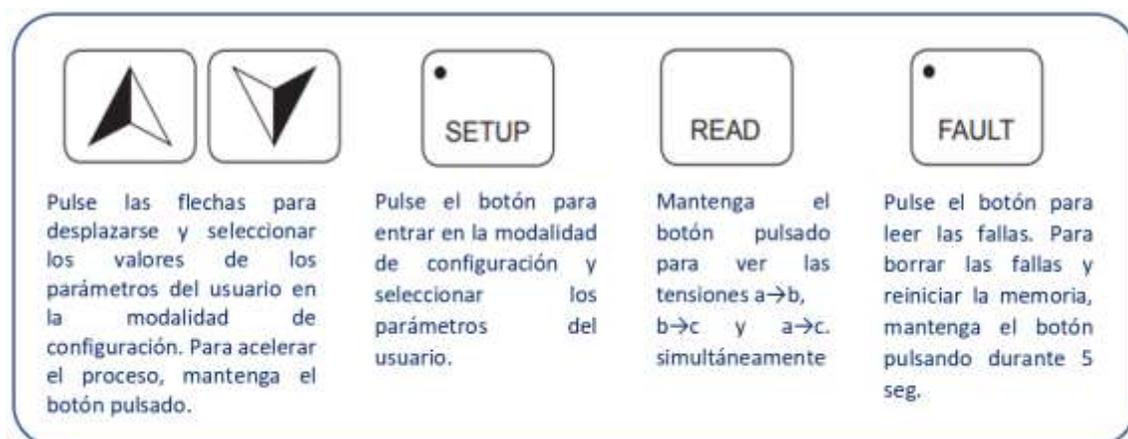


Figura 62: Ajuste de parámetros Supervisor de Tensión

- Ajustamos los parámetros del supervisor con las recomendaciones dadas en la figura 63, en donde se detallan datos como: tensión de Línea, Tiempo de retardo del interruptor, porcentajes de sobretensión/subtensión, etc.

Parámetro	Descripción	Variación	Valores prede-terminados	Recomendado
<b>Tensión de línea</b>	Promedio de la tensión de línea entre fase y fase.	190 a 630	220	Tensión de placa
<b>Tiempo de retardo del interruptor</b>	Tiempo transcurrido entre la pérdida y el recuperación de energía a la carga.	0 a 10 min.	0,1 min.	4 min.
<b>Interrogación de falla</b>	Tiempo transcurrido antes de la pérdida de energía de la carga debido a una falla no crítica.*	0 a 15 seg.	15 seg.	7 a 8 seg
<b>Porcentaje de sobretensión/ subtensión</b>	Promedio máximo y mínimo de la tensión entre fase y fase, respectivamente.	2 a 25%	20%	12 a 15%
<b>Desequilibrio de fase</b>	Tamaño permitido del desequilibrio de la tensión.	2 a 20%	20%	4 a 5%
<b>Modalidad de Reajuste</b>	Automático (AUTO) o número de veces que la carga puede recobrar la energía antes de que sea necesario un reajuste manual.	AUTO, 0 a 10	Automático (AUTO)	Automático (AUTO)

Figura 63: Ajuste de parámetros de Supervisión de Tensión

### Unidad Automática

1. Empleamos la unidad automática para determinar los tiempos en que las fuentes de energía (Red Pública o Generador) ingresen a la barra de carga. Los ajustes de tiempo se realizan con los selectores situados en el panel frontal del dispositivo, ver figura 64.
2. Ajustamos el “temporizador 1” de la unidad Automática en 15 segundos, para la confirmación de la “ausencia” de voltaje en la red pública, ver figura 64.
3. Ajustamos el “temporizador 2” de la unidad Automática en 15 segundos, para la confirmación de “retorno” de voltaje en la red pública, ver figura 64.
4. Ajustamos el “temporizador 3” de la unidad Automática en 5 segundos, tiempo para la desconexión entre apertura del BM1 (Red Pública) y cierre del BM2 (Generador) , ver figura 64.
5. Ajustamos el “temporizador 4” de la unidad Automática en 5 segundos, tiempo para la reconexión entre apertura del BM2 (Generador)y cierre del BM1 (Red Pública) , ver figura 64.

6. Ajustamos el “temporizador 5” de la unidad Automática en 5 segundos, tiempo de permanencia en operación del generador luego del retorno de voltaje en red pública, ver figura 64.

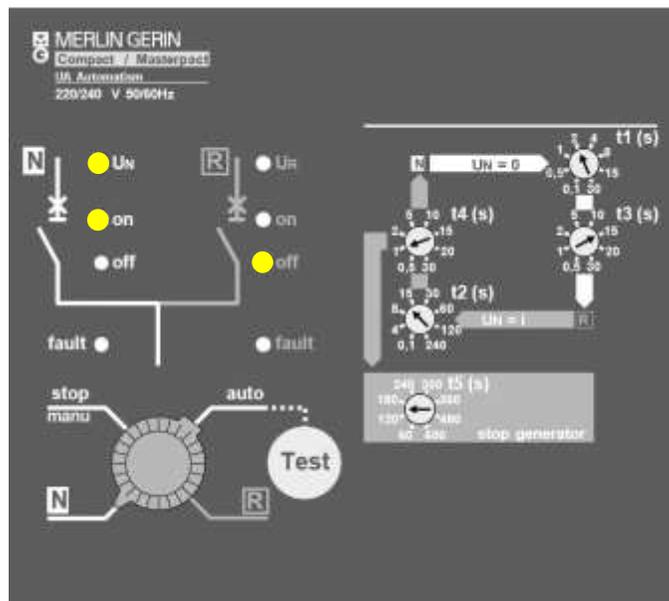


Figura 64: Ajuste de parámetros U.A.

### Módulo de transferencia Automática

1. A través de la inhabilitación de una de las Líneas de la red pública, el dispositivo “supervisor de Tensión” inicia conteo de tiempo, si en 5 segundos no se despejó la falla, este envía una alerta a la U.A. La unidad automática enviará al temporizador a operar para activar el motor primario.
2. A través del ajuste de rango del temporizador (T: 15 seg) iniciamos la habilitación del contactor “K2” y generador.
3. Suministramos el sistema de reserva para energizar la barra trifásica.
4. Se poner en marcha en conjunto de transferencia (“IVE”, “ACP” y “UA”) del suministro de reserva.

### 3.3.4.2 Conexiones para el diagrama de fuerza

1. Enlazar las terminales L1, L2, L3 y N del Variac 3 Ø hacia las terminales R, S, T y N del módulo de entrenamiento de ATS, ver figura 65.



Figura 65: Conexión del Variac a Módulo ATS

2. Enlazar las terminales R, S y T de la red Trifásica de suministro público hacia las terminales R, S y T del breaker motorizado respectivo (BM1), ver imagen 6.

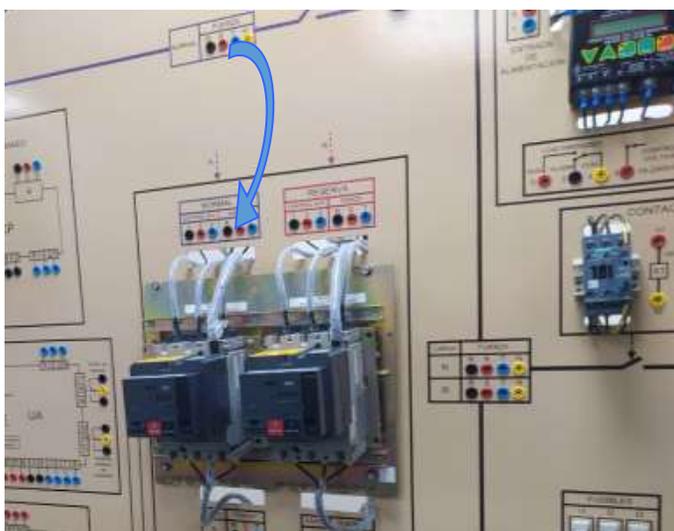


Figura 66: Conexiones de Red Pública a BM1

3. Enlazar las terminales de salida del breaker motorizado (BM1) R, S y T hacia los terminales de barra de carga respectivamente, ver imagen 67.

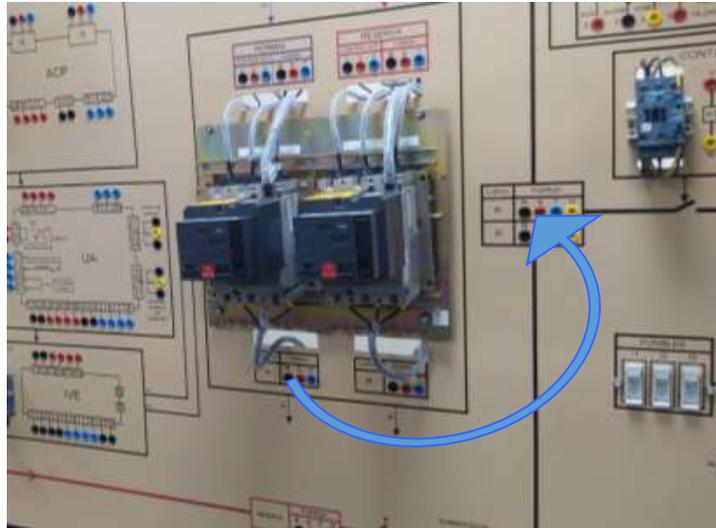


Figura 67: Conexión de BM1 – Barra de Carga “N”

4. Enlazar el terminal de Netro (N) de la red de suministro público con el terminal de neutro de la carga para tener el mismo sistema referencial, ver imagen 68.

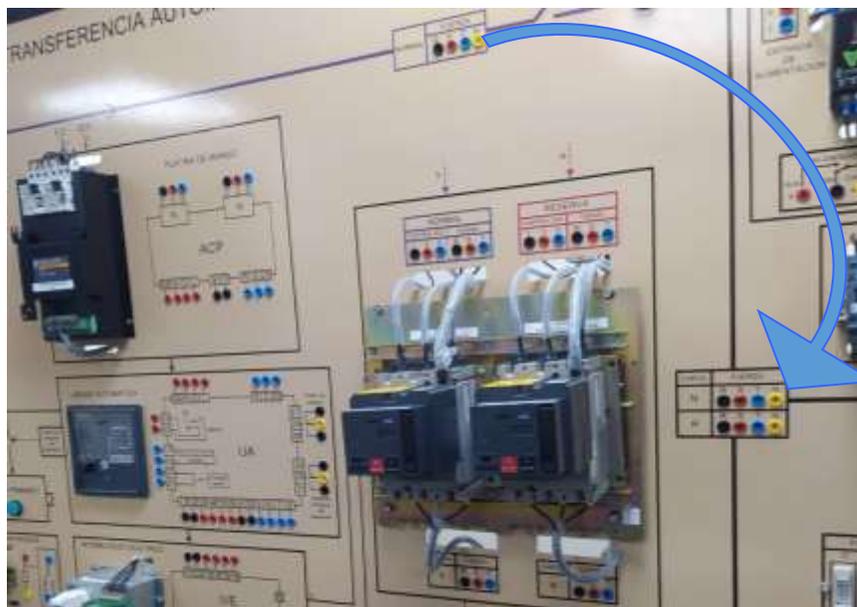


Figura 68: Conexión Neutro de Red Publica a Barra de carga “N”

5. Enlazar los terminales R, S y T del bloque de carga con los terminales respectivo de fuerza del contactor K1, ver imagen 69.
6. Enlazar los terminales U, V y W (salida del contactor K1) con los terminales del U, V y W del interruptor de carga “3P-20”, ver imagen 69.

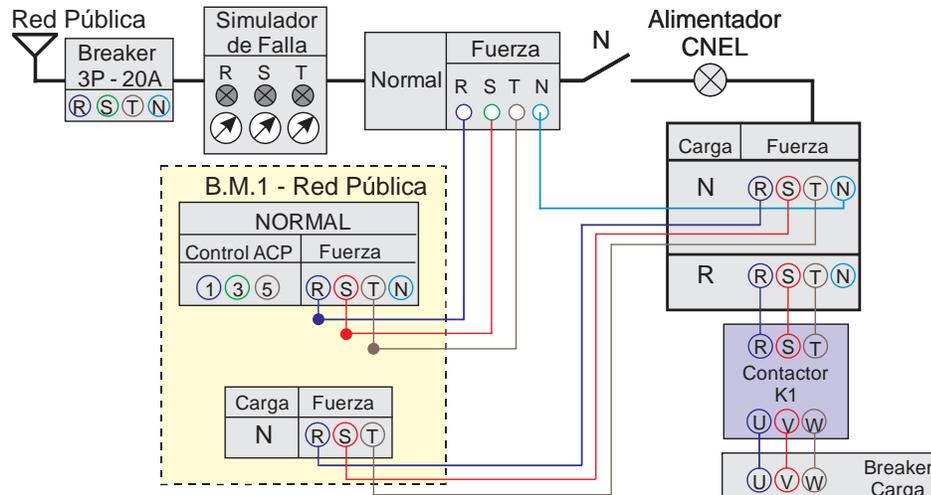


Figura 69: Diagrama de conexiones paso 1-5 – Practica 4

7. Enlazar las terminales R, S y T del grupo electrógeno (generador) con los terminales R, S y T al ingreso del BM2 “Generador”, ver imagen 70.

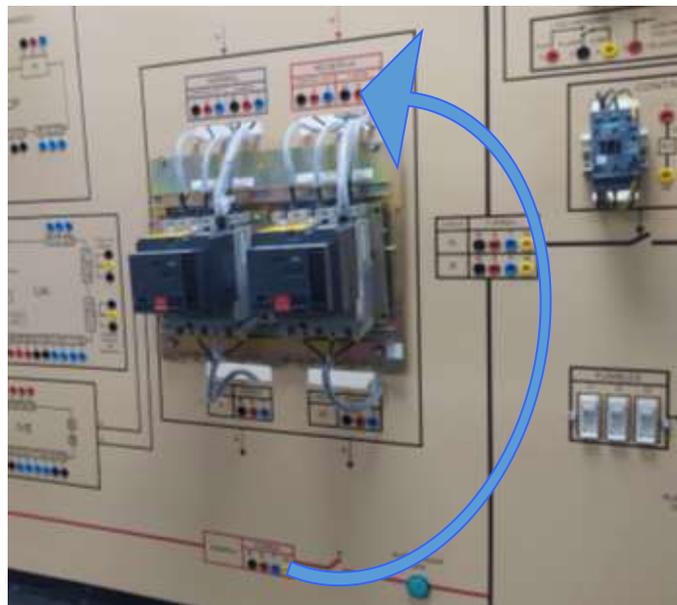


Figura 70: Conexiones de Grupo Electrónico a BM2

8. Enlazar las terminales de salida del breaker motorizado (BM2) R, S y T hacia los terminales de barra de carga respectivamente, ver imagen 71.

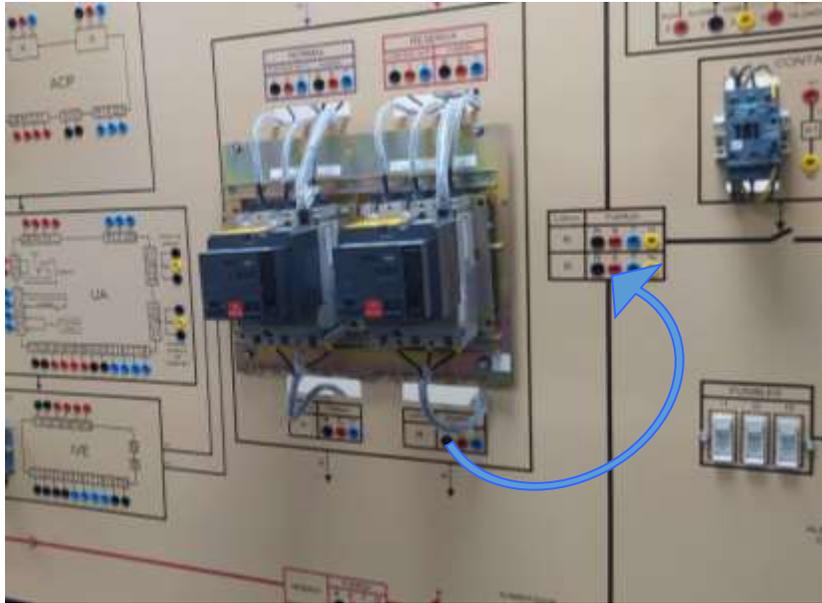


Figura 71: Conexión de BM2 – Barra de Carga R

9. Enlazar el terminal de Netro (N) de la red del generador con el terminal de neutro de la carga para tener el mismo sistema referencial, ver imagen 72.

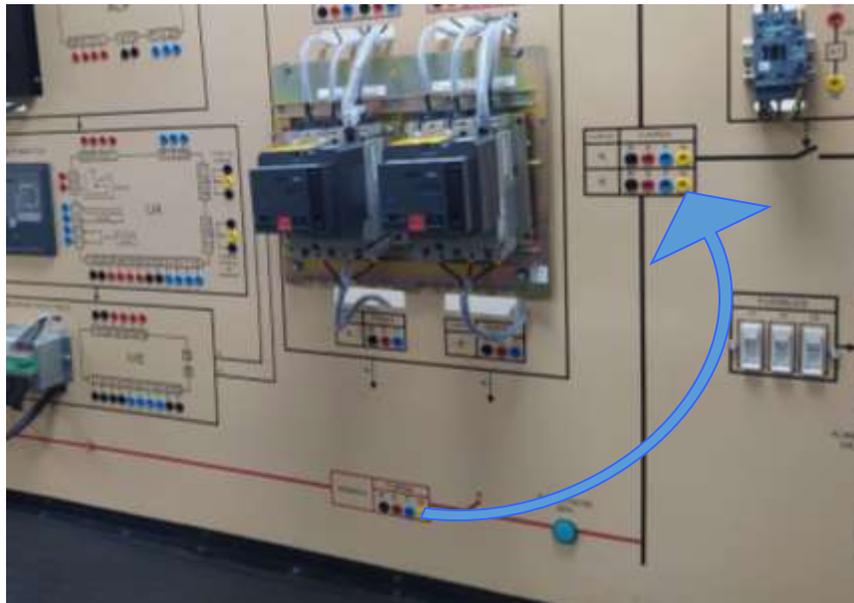


Figura 72: Conexión Neutro de Grupo Electrónico a Barra de carga R

10. Enlazar los terminales R, S y T del bloque de carga de la fuente de reserva hacia los terminales (U, V y W) respectivos de fuerza en el conmutador K2, ver imagen 73.

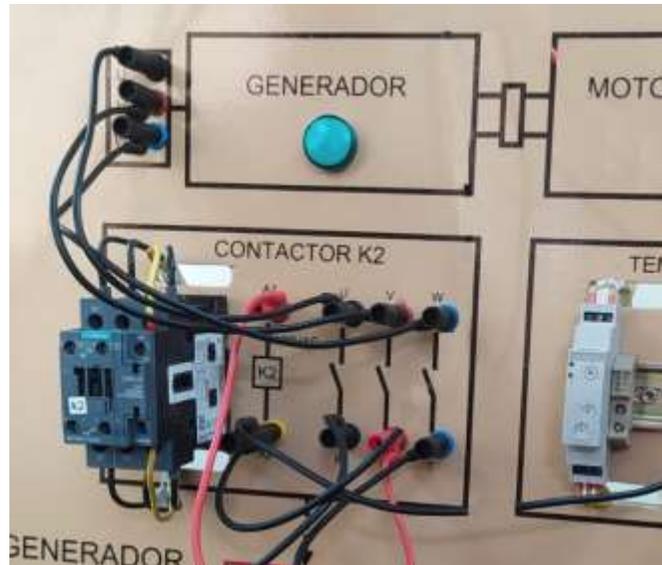


Figura 73: Conexión Generador - Contactor K2

11. Enlazar las terminales R, S y T de la salida del contactor K2 hacia los terminales R, S y T del interruptor de Generador, ver imagen 74.



Figura 74: Conexión de Contactor K2 - Breaker del Generador

### 3.3.4.3 Conexión - Sistema de Control

1. Situar la perilla en “Auto” de la Unidad Automática.
2. Setear los parámetros “A=1”, “B=1” y “C=1” en los conmutadores de la U.A., que se sitúan en la parte trasera del módulo, debido a la conexión monofásica.
3. Situar en configuración “Auto” a los Breakers motorizados.

- Enlazar el terminal del neutro del Breaker de suministro público con la referencia del neutro del UPS, ver figura 75.

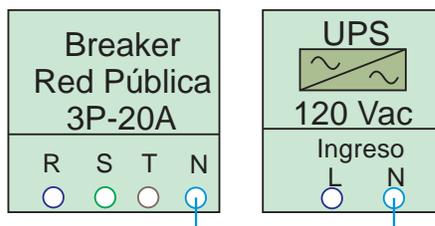


Figura 75: Conexión Breaker de red pública - UPS (neutro)

- Enlazar el terminal “R” de la barra de carga con el terminal de fase (ingreso) del UPS, ver figura 76.
- Enlazar el terminal del neutro “N” de la salida del UPS hacia el terminal A2 del conmutador “K2” hacia el terminal “7” en el elemento temporizador, ver figura 76.
- Enlazar el terminal L (fase) de salida de UPS hacia la terminal 30 (normalmente abierto) de la unidad Automática, ver figura 76.
- Enlazar el terminal 31 Contacto normalmente abierto de la “UA” con el terminal “1” y “2” de la bobina del Timer, ver figura 76.
- Enlazar el terminal 3, Conmutador Normalmente abierto en el Timer hacia el terminal A1 en el conmutador K2 (bobina), ver figura 76.

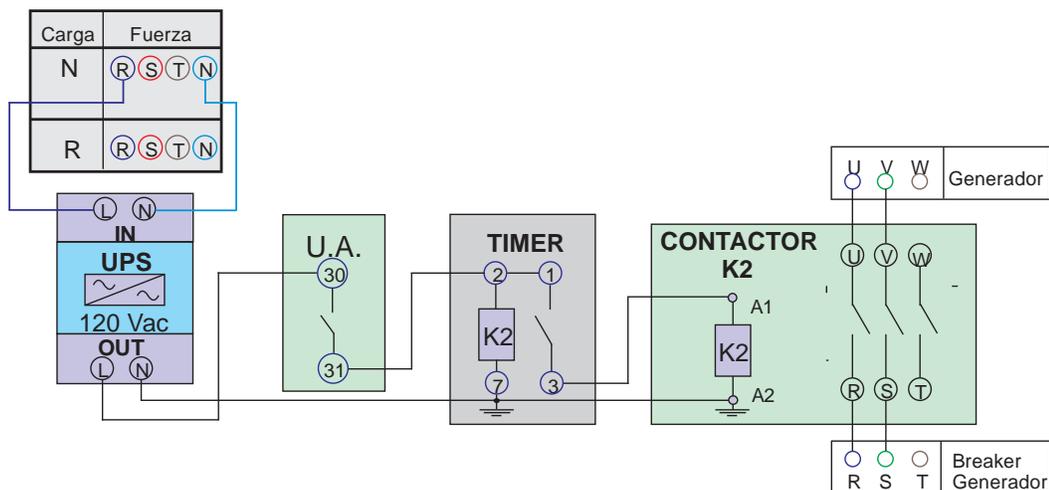


Figura 76: Conexión UPS, UA, Timer y Contactor K2

- Enlazar los terminales R, S y T del supervisor de tensión hacia los terminales “F1”, “F2” y “F3” en el ingreso del bloque porta fusible.

11. Enlazar los terminales “F1”, “F2” y “F3” de la porta fusible (OUT) con los terminales R, S y T del suministro público.
12. Enlazar el terminal 1 de la placa de mando (N) hacia el terminal 6 de la unidad supervisora de tensión (normalmente abierto).
13. Enlazar el terminal 1 del bloque “control ACP” en el interruptor motorizado BM1 del suministro público hacia el terminal 4 del supervisor de tensión.
14. Enlazar el terminal 3 y 5 en el bloque “control ACP” en el interruptor motorizado BM1 del suministro público hacia los terminales 3 y 5 de la placa de mando (N).
15. Enlazar el terminal 1 y 5 en el bloque “control ACP” en el interruptor motorizado BM2 del suministro de generador “Reserva” hacia los terminales 1 y 3 de la placa de mando (R).
16. Enlazar el terminal del neutro “N” de barra de carga hacia el terminal A2 del contactor “K1”.
17. Enlazar el terminal A1 del contactor “K1” hacia el terminal 6 del dispositivo supervisor de tensión.

El procedimiento realizado en los 10 a 17 se muestra en la figura 77.

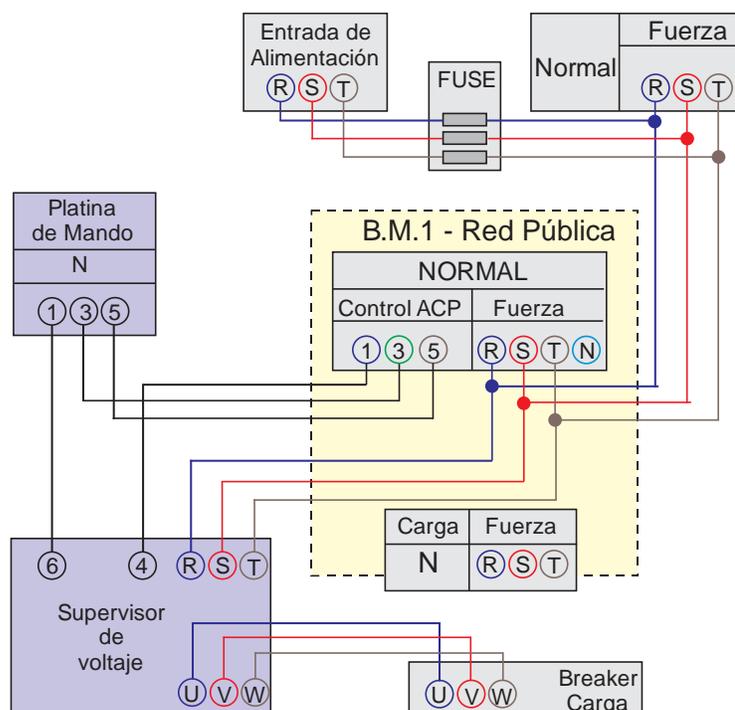


Figura 77: Diagrama conexión: Fusible, Supervisor de voltaje y carga

18. Las conexiones de la Unidad Automática, de la platina de mando auxiliar y del interbloqueo se procede a realizar como se muestra en la figura 77, en donde se debe considerar los terminales correctos para su optimo funcionamiento.

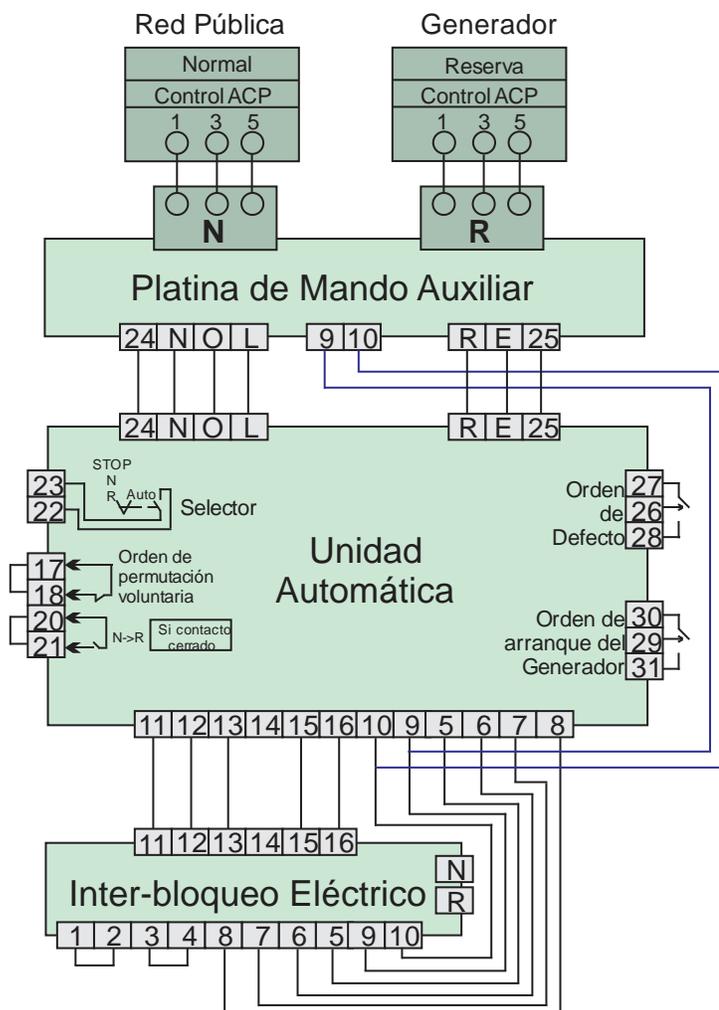


Figura 78: Diagrama del sistema de control Trifásico

#### 3.3.4.4 Arranque de Operación

1. Conectar clavija de sumisito de red pública, de la igual manera la clavija del suministro de reserva (grupo Electrónico)
2. Activar Breaker “3P-20” de ingreso para suministro de energía pública.
3. Activar Breaker “3P-20” de ingreso para suministro de grupo electrógeno.
4. Prender el UPS

5. Simular falla en suministro público, empleando los selectores R, S y T, esto es colocando en condición de cerrado, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R y S se iluminen.
6. Simular falla en suministro abastecimiento de reserva, empleando los selectores R, S y T, esto es colocando en condición de cerrado, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R, S y T se iluminen al ingreso de suministro de reserva.
7. En los terminales de salida R, S, T y Neutro se puede colocar cualquier carga trifásica por ejemplo un motor  $3\emptyset$ , como se muestra la figura 38.
8. Para simular falla en suministro público, empleando los selectores R, S y T esto es colocando en condición de “Abierta”, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R, S y T dejen de iluminar para efectuar el traspaso de carga automática.
9. Para desactivar simulador falla en suministro público, se emplea los selectores R, S y T esto es colocando en condición de “cerrado”, se debe comprobar que los indicadores pilotos de R, S y T se iluminen.

## **CAPÍTULO 4**

### **4 Diseño e implementación de una planta industrial en el Módulo de transferencia Automática**

En este capítulo se desarrolla la aplicación de un sistema de transferencia automática, para la cual se emplea el módulo de entrenamiento ATS en una planta industrial de goma. El sistema debe ser capaz de suministrar energía eléctrica bajo cualquier perturbación (variaciones de tensión y pérdidas de fase) en la red pública, para ello se cuenta con un grupo electrógeno de respaldo de energía y un grupo de transferencia automática que incluye: un supervisor de tensión, un dispositivo de interbloqueo eléctrico, Unidad automática, platinas de mando auxiliar.

#### **4.1 Funcionamiento del Sistema de Transferencia Automática**

El sistema de transferencia automática desarrollado para la planta industrial comienza con la lectura de voltaje del suministro público a través del supervisor de tensión, este elemento determinará la calidad o ausencia de energía. El Supervisor de tensión en su lógica de control determina si existe una falla en la red.

En condiciones normales el Supervisor de tensión permite el flujo de corriente hacia la platina de mando auxiliar, que es un elemento de permitirá la energización y protección del equipo de control. Luego el flujo de tensión es censado por la unidad automática, este elemento es de vital importancia ya que activará los elementos de interbloqueo eléctrico y mecánico para que las fuentes de energía (red pública y Generador) no entren simultáneamente. Después la unidad automática, mediante telecomando habilitará el breaker motorizado de red pública haciendo que el flujo de tensión alimente la carga final.

En condición de falla o Anormal, el supervisor de tensión envía una señal de alerta a la unidad automática, que a su vez envía una señal de control para el encendido del grupo electrógeno, dejando lista para el ingreso a la red. Luego la unidad automática deshabilita el breaker motorizado de la red pública y el interbloqueo eléctrico/mecánico de la red pública, de la misma manera la Unida automática envía una señal al temporizado, que iniciará a contar el tiempo para la activación del breaker motorizado del Generador, haciendo que la carga sea suministrada de energía a través del grupo electrógeno.

#### 4.1.1 Flujograma del sistema de transferencia automática

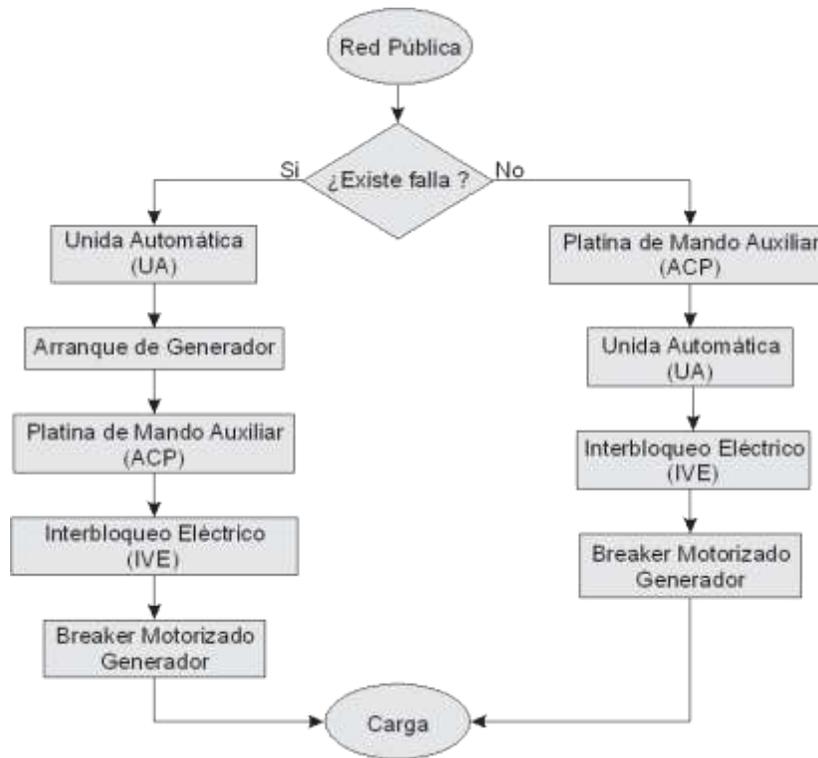


Figura 79: Diagrama de bloques del Módulo de Transferencia Automática

#### 4.1.2 Diagrama de Unifilar de planta industrial

La planta industrial simulada es una procesadora de goma, que se encuentra energizada por medio de la red pública. Dentro del proceso de producción existen cargas que son consideradas de prioridad como: el área de extrusión, el área de paletizado y oficinas administrativas a las cuales se debe suministrar de energía bajo cualquier condición para evitar pérdidas económicas y de materia prima. También existen cargas no prioritarias como: el área de bodega y servicios generales.

En el diagrama unifilar detallada en la figura 80, muestra elementos como los Breakers motorizados BM1 y BM2 que permitirán el abastecimiento de energía tanto de la red pública y generador respectivamente.

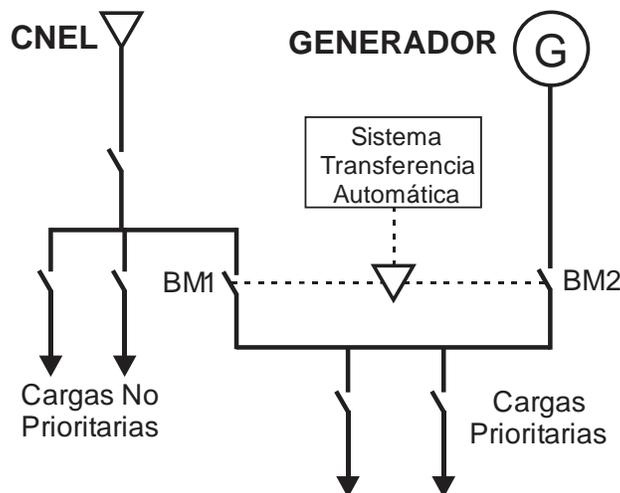


Figura 80: Diagrama unifilar planta industrial simulada

## 4.2 Diagrama de conexiones del sistema de fuerza

El sistema de fuerza para este estudio de caso (Planta industrial) consta de elementos como: Breakers de protección, contactores trifásicos, barra de carga, platinas de mando, fusibles de protección, entre otras. El procedimiento para realizar la simulación de transferencia de carga de una planta industrial se efectúa de la siguiente manera:

- Se realiza la conexión de la red trifásica de red pública a los terminales de entrada del breaker motorizado 1, posteriormente la salida de la misma pasa a energizar la barra de carga. De la misma manera esta salida de BM1 se enlaza con el grupo de fusibles para luego ser conecta al bloque de supervisor de tensión.
- Se establece conexión entre el supervisor de tensión a través y platina de mando (N) a través del terminal 6 y 1 de los respectivos equipos. De igual el supervisor de tensión se enlaza con bloque de control del BM1 por medio del terminal 4 y 1 correspondiente.
- Se establece conexión entre los terminales 3 y 5 en la platina de mando (N) hacia los terminales 3 y 5 de control en el BM1.
- Se efectúa la unión de la salida trifásica del generador hacia los terminales de entrada del breaker motorizado 2. A continuación la salida trifásica de BM2 se enlaza con el bloque de la barra de carga.

- Se establece conexión entre los terminales 3 y 5 en la platina de mando (R) hacia los terminales 3 y 5 de control en el BM2.

La conexión de los elementos descritos en los procedimientos se detalla en el diagrama de fuerza mostrado en la figura 81.

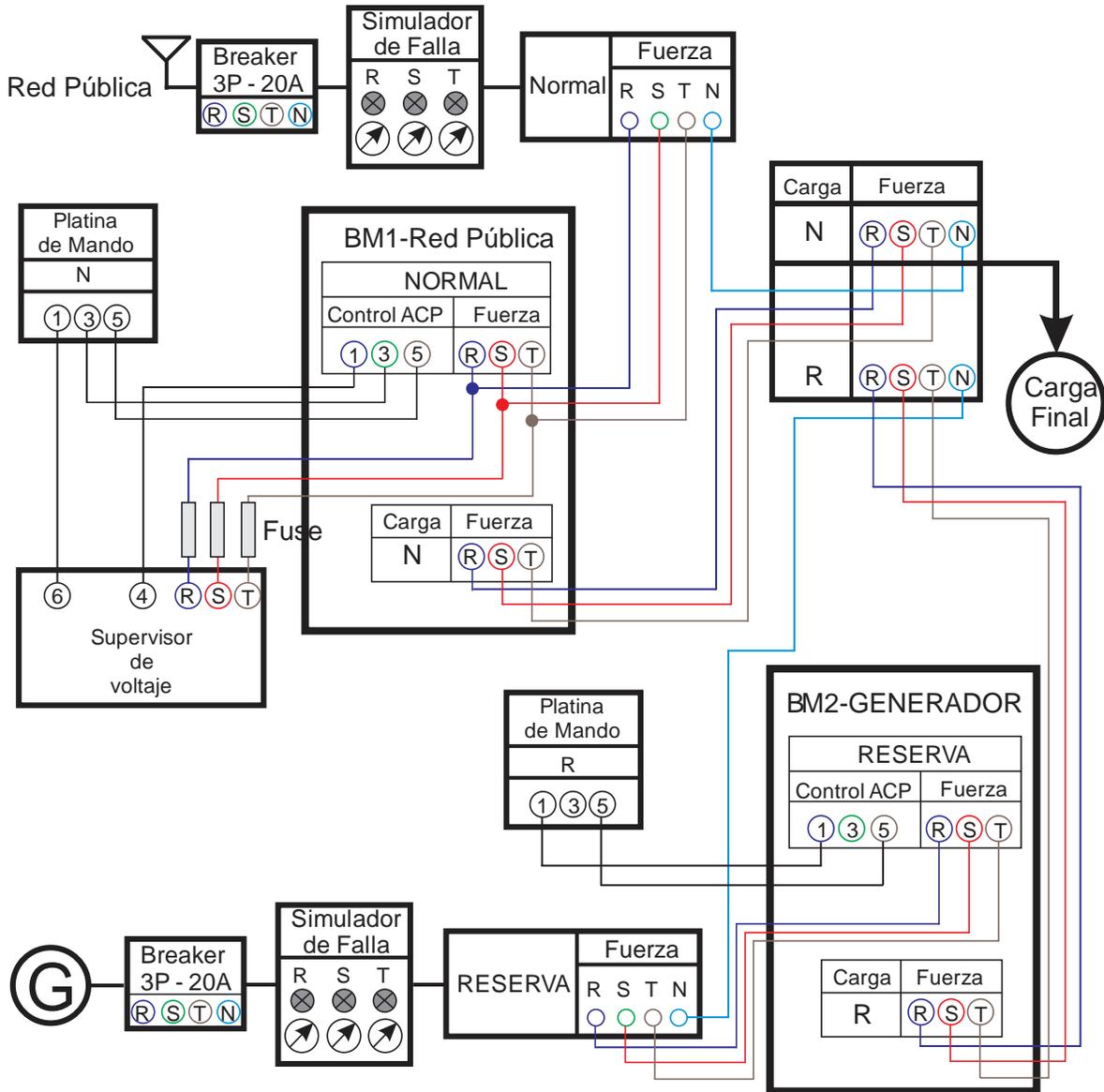


Figura 81: Diagrama de fuerzas - Planta industrial

El diagrama anterior se puede observar físicamente implementado en la figura 82.

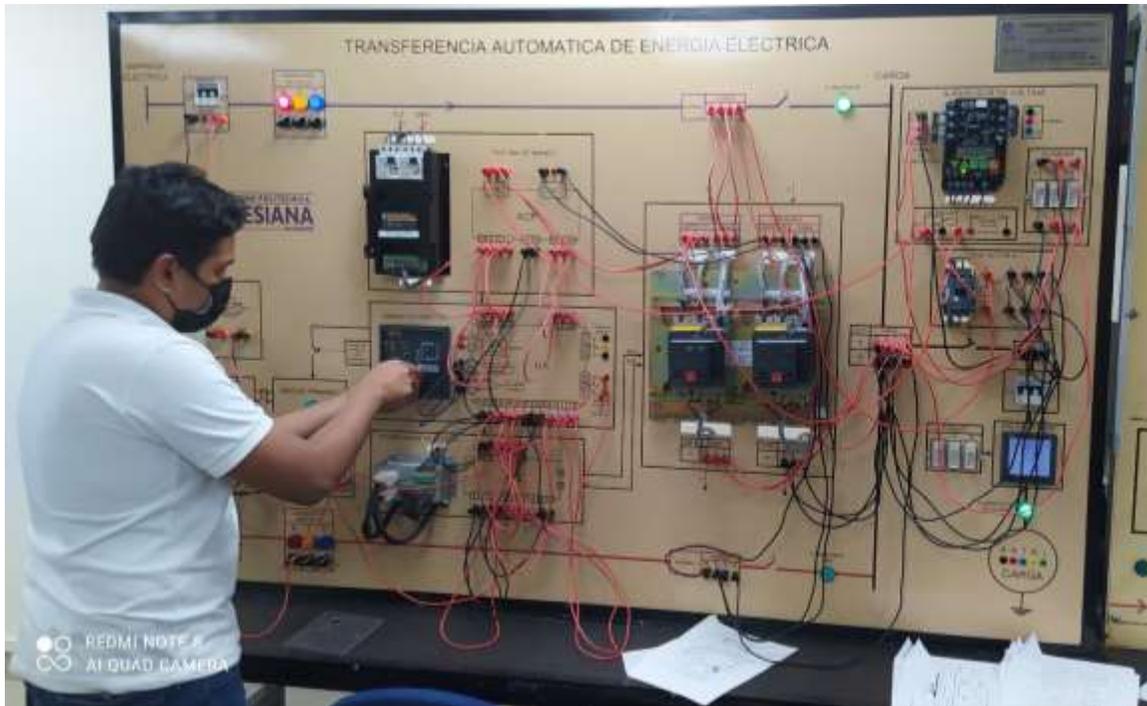


Figura 82: Conexión física Diagrama de Fuerza

### 4.3 Diseño de sistema de transferencia Automática

#### 4.3.1 Diagrama de conexión de elementos ACP – UA - IVE

El sistema de control para este caso de aplicación consta de elementos como: La unidad Automática, la platina de control (ACP) y el dispositivo de interbloqueo eléctrico (IVE). El procedimiento para realizar el control de transferencia de carga de una planta industrial se efectúa de la siguiente manera:

- Se enlaza el bloque de platina de mando con la unidad automática mediante los terminales 24, 25, “N”, “O”, “L”, “E” y “R” respectivos. Estos terminales facilitarán la energización y protección de la unidad automática y permitirá la secuencia de transferencia, ver figura 83.
- Se lleva a cabo la conexión entre los terminales del dispositivo de interbloqueo eléctrico con la unidad automática, los bornes de conexión entre estos elementos son desde el 5 hasta el 15, de acuerdo a la figura 83.
- Se efectúa la conexión entre IVE y ACP mediante los terminales 9 y 10 respectivos, tal como se muestra en la figura 83, dichos terminales nos permiten confirmar que la transferencia se ha hecho correctamente.

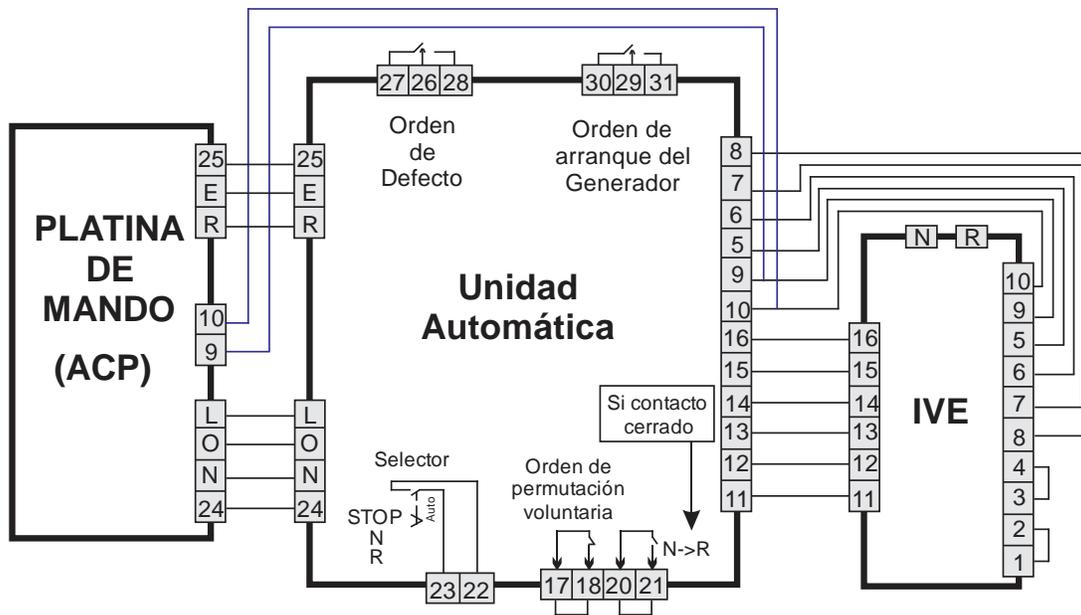


Figura 83: Diagrama de conexión ACP, IVE y UA

#### 4.3.1 Diagrama de conexión - Ingreso de Generador

Para el ingreso del generador de respaldo se cuenta con elementos como el temporizador y contactor trifásico. Para el funcionamiento de las misma se procede a realizar las conexiones de la siguiente manera.

- Se enlaza los terminales 31 de la unidad automática con los terminales 1 y 2 del temporizador, como se muestra en la figura 84. La UA también se debe conectar por medio del borne 30 con la línea de tensión del UPS, para que cuando exista corte de suministro de red pública active el orden de arranque del generador.
- Se establece conexión del temporizador y el contactor trifásico por medio del terminal 3 y “A1” mostrado en la figura 84. El temporizador una vez activado, inicia el conteo de tiempo para dar paso a la habilitación del generador.
- Se conecta los terminales de Neutro del temporizador y contactor K2 hacia el neutro del UPS para establecer la referencia.

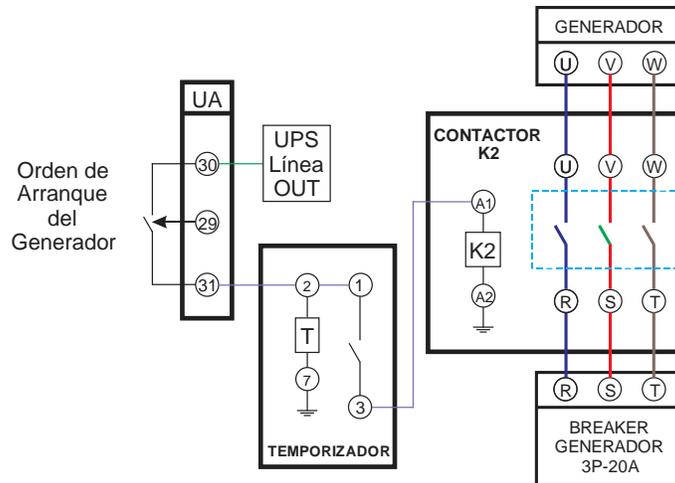


Figura 84: Diagrama de conexión UA, temporizador y Contactor K2

#### 4.3.1 Configuración de control – Salida de carga no prioritaria

Dejar fuera de servicio a cargas no prioritarias nos permite aprovechar de mejor manera la energía entregada por el generador cuando existe desabastecimiento de suministro en la red pública.

El procedimiento para realizar la desconexión de dichas cargas se la ejecuta de la siguiente manera:

Se establece conexión entre el terminal 27 de la unidad automática con el terminal A1 del contactor NP. La unidad automática inicialmente habilita este contacto por medio de la salida “Orden de defecto”, ver figura 85.

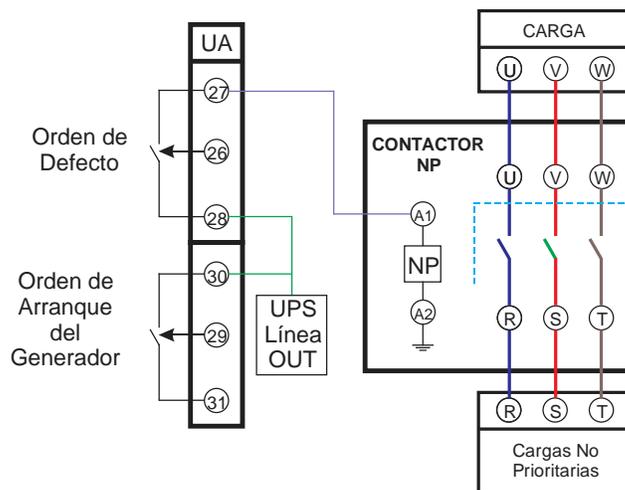


Figura 85: Desconexión de contactor de carga No prioritaria

#### 4.4 Resultado y prueba de funcionamiento – Caída de Tensión

Para realizar la prueba de caída de tensión se emplea un Variac trifásico con la cual simularemos variaciones de tensión en la red pública. De esta manera el supervisor de tensión considerará una falla en la red y enviará una alerta de telemando a la unidad automática que deshabilitará el Breaker motorizado 1.

El supervisor de tensión está configurado para una lectura trifásica de 220 V, con una tolerancia de caída de tensión de 10%.

En la figura 86 se muestra la maniobra de caída de tensión simulada por el variac. La tensión es disminuida en un 30%, haciendo que el supervisor de tensión detecte falla y mediante telemando envía alerta de control hacia la unidad automática que inicie el encendido del generador y dando paso la activación del breaker motorizado 2.

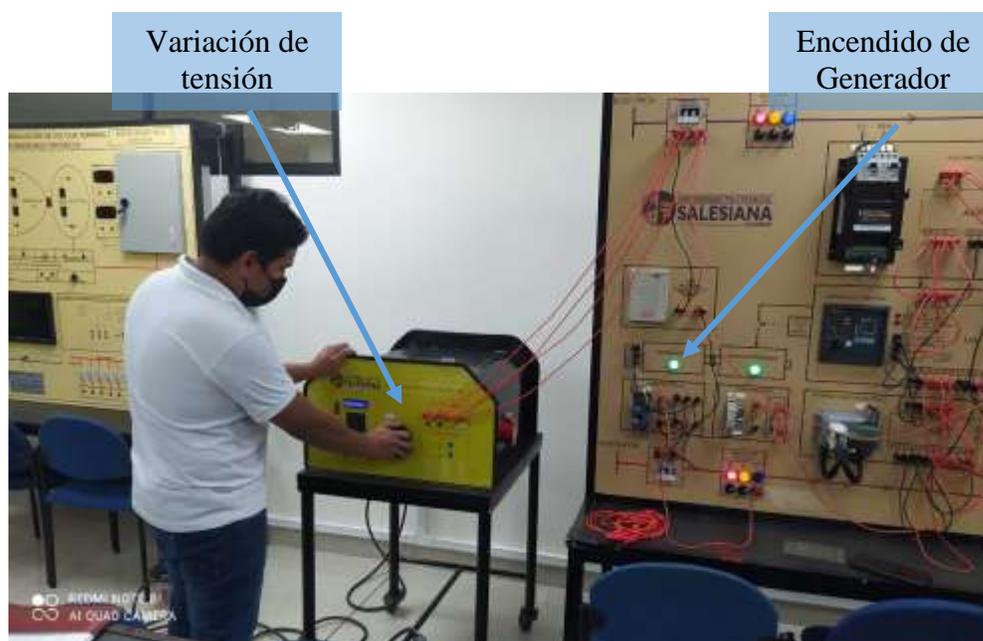


Figura 86: Conexión de Variac trifásico a ATS

El indicador de la unidad Automática nos muestra bajo qué condiciones está operando el sistema de transferencia y el orden de fuente de energía.

A través de los ajustes del temporizador de la unidad Automática, lleva a cabo la deshabilitación del Breaker motorizado 1 en  $T1=2$  segundos y la habilitación del BM “generador” en  $T3=15$  segundos, suministrando energía de reserva a la red, ver figura 55.

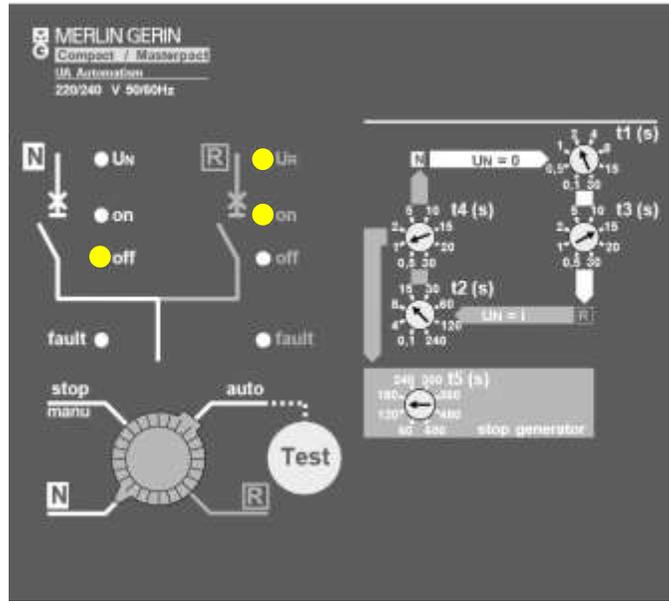


Figura 87: Visualización de Unidad Automática – Ingreso de Generador

Finalmente se reestablece la red trifásica de red pública, ajustando las tensiones del Variac a su condición nominal. Para el reingreso de red pública se realiza de los ajustes de tiempo en la unidad automática T2=8 segundos para lleva a cabo la deshabilitación del BM de “Generador” y la habilitación del BM “Red Pública” T4=1 segundo. De esa manera energizando la barra de carga.

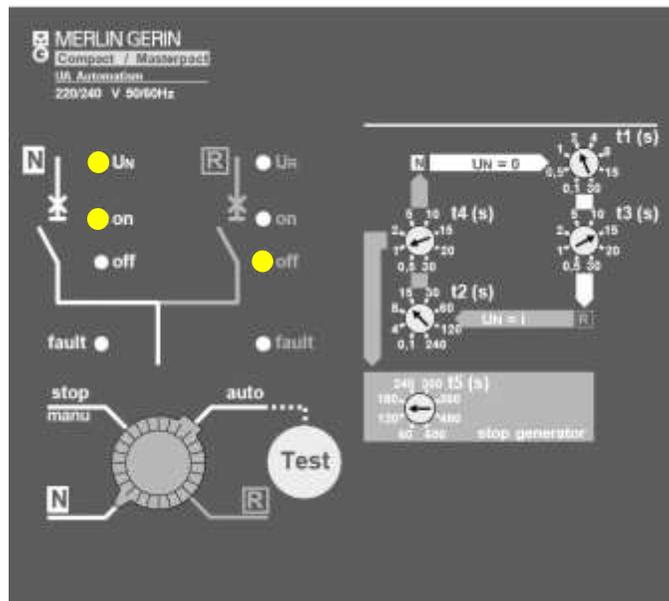


Figura 88: Visualización de Unidad Automática – Ingreso de red Pública

## CAPÍTULO 5

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- Mediante el presente proyecto, se concluyó que los sistemas de transferencia automática cumplen un rol importante para garantizar del suministro de flujo eléctrico continuo y confiable dentro de una industria. Los ATS deben cumplir con las exigencia y funcionalidad dentro de los sistemas de potencia basados con las normativas eléctricas existente. La lógica de control generalmente se basa en una unidad automática que constantemente monitorea las variables eléctricas como voltaje y frecuencia de la red eléctrica pública. Como regla general, la mayoría de los ATS buscan la conexión a la fuente de energía primaria (servicio público) de forma predeterminada y solo se conectarán a la fuente de energía alternativa (Grupo Electrógeno) cuando sea necesario (falla de la fuente primaria) o se le solicite hacerlo. (comando de operador)
- Se realizó pruebas de entrenamiento para verificar la operabilidad de los componentes (Breakers Motorizados, Interbloqueo eléctrico, etc.) ante diferentes condiciones de falla en la red pública.
- Se desarrollo un manual de procedimientos para la configuración del grupo de elementos de control como: Platina de mando, Unidad automática, supervisor de tensión y los sistemas de Interclavamiento eléctrico. Cada elemento se ajusta de acuerdo a los requerimientos del sistema. Los ajustes de los dispositivos de control y fuerza son detallados mediante esquemas y pasos a seguir.
- Para este proyecto técnico se implantó y simuló un esquema de transferencia de carga para una industria química utilizando el módulo de transferencia automática, en donde tiene áreas de prioritarias y no prioritarias, para el primer caso es imprescindible que se encuentren abastecidos de energía constantemente para evitar pérdidas paros en las líneas de producción que finalmente se traducen en pérdidas económicas.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Verificar que todos los elementos se encuentren en su posición original (apagado) antes de iniciar las maniobras en el módulo de transferencia.
- Consultar con los respectivos manuales de usuario cuando se desee ejecutar una prueba de falla no descritas en este documento.
- Se debe colocar los terminales de neutro correspondientes a todos elementos que se requieran según su fuente de energía.
- Colocar en condiciones normales el Breakers motorizados, esto se hace situando en modo manual y presionamos “Off”. Rápidamente desactivará el Breaker y el dispositivo mostrará una señal visual de “Discharged” a la espera de una nueva maniobra.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

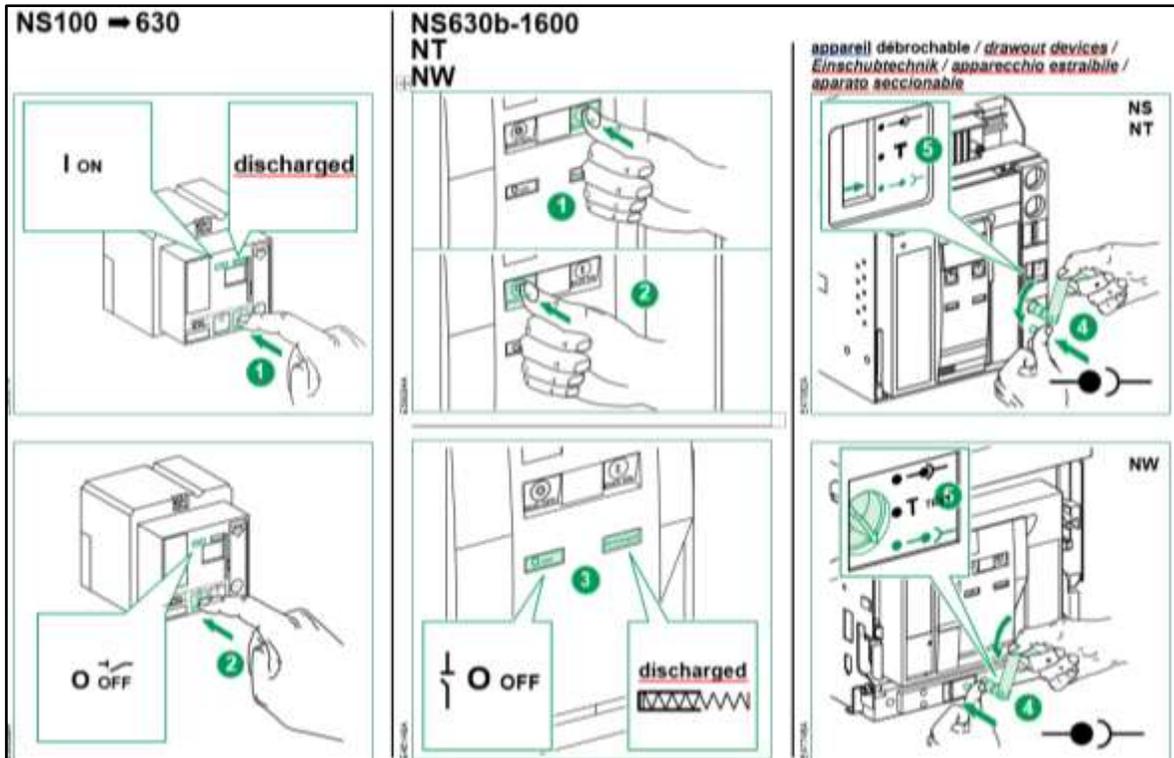
- [1] C. Robles Algarin y O. Rodriguez Álvarez, «Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia,» *Revista ESPACIOS*, 2018.
- [2] Banco Mundial, «<https://www.bancomundial.org/>,» [En línea]. Available: <https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [3] CEPAL-Naciones Unidas, Estadística de producción de electricidad de los países del sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2018.
- [4] M. Alembong, I. Essiet y Y. Sun, «Swift Automatic Transfer Switch based on Arduino Mega 2560, Triacs Bluetooth and GSM,» *International Conference on Sustainable Energy and Future Electric Transportation (SEFET)*, 2021.
- [5] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, "Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano", 2019.
- [6] L. Abad Ordoñez y D. Aguaiza Viñanzaca, “Análisis de escenarios de eficiencia energética en el sector residencial del cantón cuenca utilizando el modelo LEAP”, 2019.
- [7] A. Morales Lescano y S. Ordoñez Buele, “Desarrollo de Medidas para mejorar la Eficiencia Energética En CNEL-EP en Guayaquil mediante un diagnóstico energético”, 2018.
- [8] M. Chukwubuikem, S. Ekene Mbonu y U. Godwin, «A Cost Effective Approach to Implementing Change Over System,» *Academic Research International*, 2016.
- [9] Q. Azeem, H. Rehman, S. Ahmed y A. Khattak, «Design and Analysis of Switching in Automatic Transfer Switch for Load Transfer,» *International Conference on Open Source Systems and Technologies (ICOSST)*, 2016.

- [10] H. Agamy, F. Allythi y A. Nada, «Proposed synchronization circuits connecting wind driven dfig to the public grid,» *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 2021.
- [11] G. Carneiro Agra , I. Soares Guarany , R. Silvério Freire y E. Candeia Gurjão, «Proposal of Supervision and Control of Alternative Source Transfer,» *Simposio Brasileiro de Sistemas Eletricos (SBSE)*, 2018.
- [12] Diario el Universo, «<https://www.eluniverso.com>,» [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/guayaquil/comunidad/corte-de-servicio-de-energia-electrica-en-barrios-de-norte-de-guayaquil-nota/>. [Último acceso: Julio 2021].
- [13] Diario EL Comercio, «[elcomercio.com](http://www.elcomercio.com),» [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/guayaquil/cortes-energia-electrica-guayaquil-lluvias.html>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [14] «[elcomercio.com](http://www.elcomercio.com),» 2020. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cnel-cortes-energia-sistema-substransmision.html>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [15] ¡Qué Noticias! , «[quenoticias.com](http://quenoticias.com),» 2021. [En línea]. Available: <https://quenoticias.com/comunidad/corte-de-energia-electrica-y-agua-potable-este-18-de-abril-en-via-a-la-costa-estas-son-las-urbanizaciones-y-empresas-afectadas-por-la-suspension-de-servicios/>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [16] J. M. Ruíz Proaño, “Estudio de un Sistema De Transferencia Automática de carga a través de Reconectores en el sistema de distribución de EMELNORTE”, 2017.
- [17] J. C. Alay Sánchez y C. J. Sánchez Jara, "Módulo didáctico de Transferencia de Energía Eléctrica", 2015.
- [18] L. E. Cardenas Olivo y B. A. Sosa Vera, «Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana,» 13 Octubre 2020. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19477>.

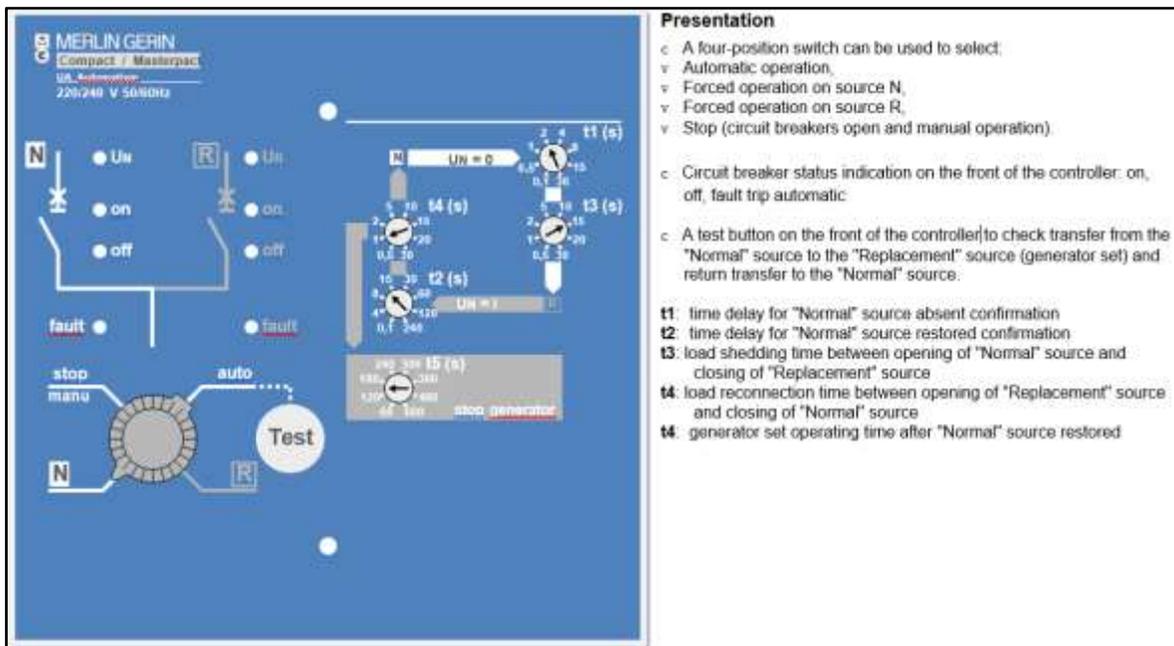
- [19] O. D. Arboleda Arias, "Diseño e implementación de sistema de congelación para hielo industrial en escama con refrigerante amoniaco para industria hielera", 2019.
- [20] L. A. Lucas Vera, "Análisis de Transferencia de Energía Eléctrica para Grupo Electrógeno del Hospital Básico Tosagua", 2018.
- [21] D. F. Rojas Cruz, «Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana,» 1 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14052>.
- [22] C. X. Pulla Carpio y H. A. Quiñónez Tinizhañay, "Estudio eléctrico para transferencias automáticas en alimentadores primarios de medio voltaje de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, estudio de caso al alimentador más crítico ante falla", 2018.
- [23] E. Perez-Huilca, R. Urbina-Rivera y D. Barbero -Palacios, «Guía de estilo para sistemas eléctricos de potencia,» *Polo del Conocimiento*, 2018.
- [24] R. Ayala R. y J. Tenesaca Chacaguasay, "Implementación de un sistema de comunicación IEC 61850 para monitoreo y control de los módulos de protección de líneas de transmisión, sistemas de generación y redes de distribución", 2018.
- [25] L. Rashed Almobasher y I. Habiballah, «Review of Power System Faults,» *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2020.
- [26] Prime Power, «primepower.com,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.primepower.com/blog/an-eye-for-detail-the-importance-of-regular-maintenance-and-testing-in-standby-power>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [27] CK POWER, «Understanding NFPA 110: Advice for installing and maintaining emergency power systems,» *Power Sytem Topics 116*, 2017.
- [28] Curtis Power Solutions, LLC — An Indel Power Group Company, «curtispowersolutions.com/,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.curtispowersolutions.com/nfpa-110-classification-of-epss>. [Último acceso: Septiembre 2021].

- [29] E. Csanyi, «Automatic Transfer System (ATS),» *Electrical Engineering Portal*, 2016.
- [30] Eaton, «<https://www.eaton.com/>,» 2021. [En línea]. Available: <https://eaton.works/3kj1yFF>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [31] A. Miranda Flores, "Sistema de Transferencia Automática y Manual del grupo Electrónico GESANG15TFH", 2018.
- [32] State Farm Mutual Automobile Insurance Company, «Simple Insights®,» 2021. [En línea]. Available: <https://es.statefarm.com/simple-insights/residencia/que-generador-de-respaldo-para-emergencias-es-adecuado-para-ti>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [33] Luz y Plantas, «<https://www.luzplantas.com/>,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.luzplantas.com/generadores-de-reserva-domesticos/>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [34] GENERAC Latam, «<https://blog.generaclatam.com/>,» 2020. [En línea]. Available: <https://blog.generaclatam.com/planta-de-emergencia>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [35] Generadores Eléctricos, «<https://www.generadoreselectricos.org/>,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.generadoreselectricos.org/generador-diesel/>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [36] International Electrotechnical Commisiion, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 6-2: Multiple function equipment - Control and protective switching devices (or equipment) (CPS), 2018.
- [37] J. K. Riveros Riveros, "Propuesta de requisitos técnicos aplicables al producto transferencia automática con intención de una posible incorporación en la actualización del RETIE", 2018.

## 7 ANEXOS



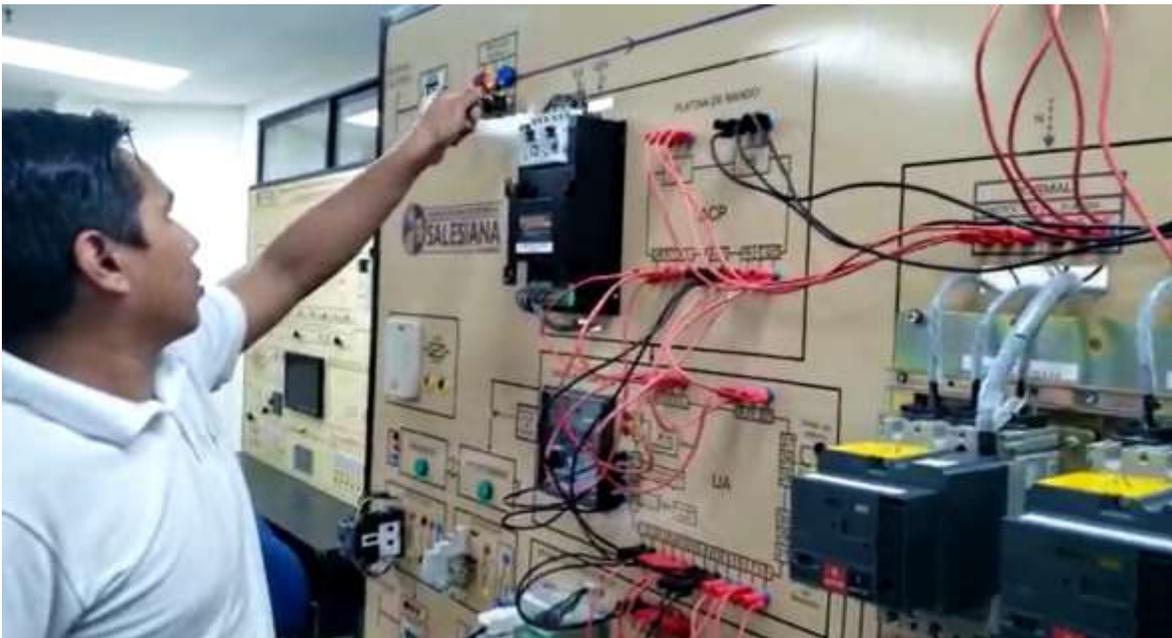
Anexo 1: Procedimiento para condición inicial en los Breakers Motorizados



Anexo 2: Característica de Unidad Automática - Vista Frontal



Anexo 3: Incorporación de Red Pública al módulo de Transferencia Automática



Anexo 4: Simulación de pérdida de fase en Red Pública