



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

VIRTUALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, BAJO EL MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN Y EL USO DE TIC'S

Sergio Leonel Vicente Garcia

Asesorado por el Ing. Edgar Yanuario Laj Hun

Guatemala, mayo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

VIRTUALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, BAJO EL MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN Y EL USO DE TIC'S

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO LEONEL VICENTE GARCIA
ASESORADO POR EL ING. EDGAR YANUARIO LAJ HUN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, MAYO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Fernando Alfredo Moscoso Lira
EXAMINADOR	Ing. Jorge Gilberto González Padilla
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Sitaví Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

VIRTUALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, BAJO EL MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN Y EL USO DE TIC'S

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 22 de septiembre de 2020.



Sergio Leonel Vicente Garcia

Guatemala, 15 de enero de 2022.

Ingeniero José Aníbal Silva de los Ángeles
Coordinador de área, Electrotecnia
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

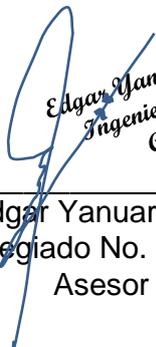
Ingeniero Silva

Hago de su conocimiento por este medio que he concluido la revisión del trabajo de graduación del estudiante Sergio Leonel Vicente Garcia, titulado:

**VIRTUALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DEL CURSO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA 2 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA, BAJO EL MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN Y
EL USO DE TIC'S**

El cual cumple plenamente el propósito para el que fue concebido. Por lo que, en mi calidad de ASESOR nombrado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, doy mi aprobación al mismo. Indicando que tanto el suscrito como el estudiante Vicente Garcia somos responsables por el contenido del trabajo referido.

Reciba un cordial saludo,

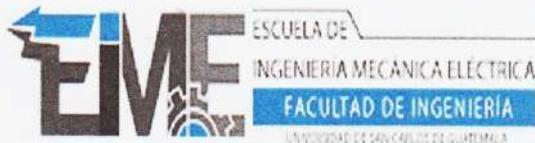

Edgar Yanuario Laj Hun
Ingeniero Electricista
Col.11475

Ing. Edgar Yanuario Laj Hun
Colegiado No. 11,475
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA



REF. EIME 04.2022.

3 DE MARZO 2022

Señor Director
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: VIRTUALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, BAJO EL MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN Y USO DE TICS, del estudiante: Sergio Leonel Vicente García, que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Anibal Silva de los Angeles
Coordinador de Electrotécnica



STO



REF. EIME 38.2022.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante Sergio Leonel Vicente García: VIRTUALIZACIÓN DE LAS PRACTICAS DE LABORATORIO DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, BAJO EL MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN Y EL USO DE TIC'S, procede a la autorización del mismo.



Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo

Guatemala, 3 de mayo de 2022.

LNG.DECANATO.OI.270.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **VIRTUALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, BAJO EL MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN Y EL USO DE TIC'S**, presentado por: **Sergio Leonel Vicente Garcia** , después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, mayo de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser bueno y misericordioso conmigo, su voluntad siempre me acompaña.
- Mi abuela** Bonifacia Tepet, por ser una bendición y fuente de inspiración en mi vida.
- Mis padres** Francisco Tuquer y Laura Garcia de Tuquer que siempre me apoyaron incondicionalmente, moral o económicamente para ser un profesional.
- Mis hermanos** Luz, Saraí, Isaí y Mishel Garcia por el apoyo que me brindaron siempre en el transcurso de cada año de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por abrir sus puertas para ser mi casa de estudios y darme el privilegio de prepararme como profesional.

Facultad de Ingeniería

Por haberme brindado la ayuda necesaria en el transcurso de mi carrera profesional.

**Ing. Carlos Fernando
Navarro Fuentes**

Por su disposición y ayuda profesional en este trabajo de graduación.

**Ing. Edgar Yanuario
Laj Hun**

Por su disposición, ayuda y buen deseo de asesorar este trabajo de graduación.

**Lic. Gustavo Adolfo
Santos**

Por su disposición y ayuda profesional en este trabajo de graduación.

Mis amigos

Carlos de la Cruz, Edfred Campaneros, Sabino Paz, Rosario Camposeco, Luis Tagual, Efer Gómez, Manuel Jocop, Julio Chávez, Víctor López, Byron Morales, Juan Jiménez, Miguel Durán, José Reyes, Henry Contreras, Luis Rubi, Henry Zulú, Fredy Huertas, Adrián Zarate, Allan Ambrocio, Samuel Puluc, Osckar Chamalé, Carlos Santisteban Por darme su amistad, aprecio y cariño, tanto dentro, como fuera de la

universidad. Estoy agradecido por todos esos momentos que compartimos y que seguiremos compartiendo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y TECNOLÓGICOS.....	1
1.1. El modelo constructivista en la Educación.....	1
1.1.1. El constructivismo de Piaget.....	2
1.1.2. El aprendizaje significativo de Ausubel.....	2
1.1.3. Característica del aprendizaje constructivista.....	2
1.1.4. Papel que desempeña el profesor en el modelo constructivista	3
1.1.5. Papel que desempeña el estudiante en el modelo constructivista	4
1.1.6. Ventajas del modelo constructivista.....	4
1.1.7. Desventajas del modelo constructivista.....	5
1.2. Tecnología de la Información y Comunicación (TIC'S).....	5
1.2.1. Definición	5
1.2.2. Ventajas de las TIC'S	6
1.2.3. Desventajas de las TIC'S.....	6
1.3. Modelo de aprendizaje <i>e-learning</i>	7
1.3.1. Tipos de <i>e-learning</i>	7

1.3.2.	Herramientas tecnológicas para la educación a distancia	8
1.3.2.1.	Herramientas de comunicación asíncrona.....	9
1.3.2.1.1.	UEDI Unidad de Educación a Distancia.....	9
1.3.2.1.2.	Correo institucional	10
1.3.2.1.3.	Contenidos digitales y enlaces externos	10
1.3.2.2.	Herramientas de comunicación síncrona.....	11
1.3.2.2.1.	Google Meet.....	11
1.3.2.2.2.	Clases virtuales.....	11
1.3.2.3.	Programas de diseño y simulación.....	12
1.3.2.3.1.	Simulador en línea EasyEDA.....	12
1.3.2.3.2.	Simulador de automatismos eléctricos CAdE_SIMU.....	13
1.3.2.3.3.	OBS Studio Versión 26.1.1	13
1.3.2.3.4.	InShot 1.738.1327	14
1.3.3.	Ventajas del modelo <i>e-learning</i>	14
1.3.4.	Desventajas del modelo <i>e-learning</i>	15
2.	DESARROLLO DE CONCEPTOS	17
2.1.	Uso del multímetro en un circuito eléctrico simulado en CA	17
2.1.1.	Circuito eléctrico	17

2.1.2.	Voltaje o diferencia de potencial	18
2.1.3.	Algunos tipos de voltaje	19
2.1.4.	Comparación del voltaje con dos cables	20
2.1.5.	Voltaje pico	23
2.1.6.	Voltaje eficaz (RMS)	24
2.1.7.	Período	26
2.1.8.	Frecuencia	28
2.1.9.	Fuente de voltaje alterno	28
2.1.10.	Carga (electricidad)	30
2.1.10.1.	Cómo se comporta una resistencia en corriente alterna	30
2.1.11.	Fusible	31
2.1.11.1.	Cálculo de intensidad de corriente por Ley de Ohm	32
2.1.11.2.	Precaución a la hora de decidir un fusible	35
2.1.11.3.	Cálculo de la intensidad de corriente eléctrica por la Ley de Watt	36
2.1.12.	Interruptor	38
2.1.13.	Multímetro digital	39
2.1.13.1.	Multímetro en función de voltímetro.....	41
2.1.13.2.	Multímetro en función de amperímetro	43
2.2.	Marco teórico Laboratorio 2.....	45
2.2.1.	Trasformador eléctrico	45
2.2.1.1.	Principio físico del transformador.....	45
2.2.2.	Tipos de transformadores	47
2.2.2.1.	Monofásicos.....	47

	2.2.2.1.1.	Relación de transformación en un transformador monofásico.....	49
	2.2.2.2.	Trifásicos.....	51
	2.2.2.2.1.	Conexión de transformadores.....	53
	2.2.2.2.2.	Estrella (Y-Y).....	53
	2.2.2.2.3.	La conexión $\Delta - \Delta$	54
	2.2.2.3.	Transformador de distribución.....	55
2.2.3.		Subsector eléctrico de Guatemala.....	56
	2.2.3.1.	La Política Energética.....	57
	2.2.3.2.	Marco legal.....	57
	2.2.3.2.1.	Ley General de Electricidad.....	58
	2.2.3.3.	Marco institucional.....	59
	2.2.3.3.1.	Ministerio de Energía y Minas (MEM).....	60
	2.2.3.3.2.	Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).....	61
	2.2.3.3.3.	Administrador del Mercado Mayorista (AMM).....	62
2.2.4.		Seguridad industrial en Guatemala.....	63
	2.2.4.1.	Recomendaciones, reglas de oro en electricidad.....	64
2.2.5.		Sistema eléctrico.....	65
	2.2.5.1.	Generación.....	66

	2.2.5.2.	Transmisión	68
	2.2.5.3.	Distribución de Energía Eléctrica de Guatemala	68
	2.2.5.4.	Empresas eléctricas municipales.....	70
2.3.		Marco teórico Laboratorio 3.....	71
	2.3.1.	Instalación eléctrica	71
	2.3.2.	Algunos servicios monofásicos en Guatemala	72
	2.3.3.	Acometida eléctrica	77
	2.3.3.1.	Acometida eléctrica aérea y subterránea.....	77
	2.3.4.	Norma para acometidas eléctricas EGGSA.....	78
	2.3.4.1.	Solicitud de nuevo servicio eléctrico	80
	2.3.4.2.	Generalidades constructivas de la acometida eléctrica de baja tensión.....	80
	2.3.5.	Cableado de la acometida eléctrica de baja tensión	86
	2.3.5.1.	Conductores eléctricos	87
	2.3.5.2.	Conductores por ampacidad y diámetro.....	87
	2.3.5.3.	Bosquejo de como viajan los conductores en una instalación sencilla.....	89
	2.3.5.3.1.	Recomendaciones superficiales para calibres de conductores	94
2.4.		Marco teórico Laboratorio 4.....	95
	2.4.1.	Contactador eléctrico.....	96
	2.4.2.	Partes internas de un contactador eléctrico.....	96

2.4.3.	Contactador eléctrico en CADe_SIMU	97
2.4.4.	Tipos y clases de contactores eléctricos	99
2.4.5.	Automatismos eléctricos.....	100
2.4.6.	Esquemas de los automatismos.....	101
2.4.7.	Dispositivos básicos en un automatismo.....	103
2.4.8.	Descripción de esquema de control y esquema de fuerza	107
2.5.	Marco teórico Laboratorio 5	109
2.5.1.	Controlador lógico programable	109
2.5.2.	Tipos de PLC.....	110
2.5.3.	Partes de un PLC	111
2.5.4.	Automatismos programados.....	113
2.5.5.	Procesos comunes importantes del PLC	114
2.5.6.	Ejecución de programa (CPU trabajando).....	115
2.5.7.	Símbolos de programación gráfica Ladder en el PLC	118
2.5.8.	Descripción de programación en el PLC	119
2.5.9.	Ventajas de un PLC	123
2.5.10.	Desventajas de un PLC.....	123
3.	PRÁCTICAS PROPUESTAS Y EJEMPLOS.....	125
3.1.	Práctica de Laboratorio 1	125
3.1.1.	Objetivo general	125
3.1.2.	Objetivos específicos	125
3.1.3.	Equipo	126
3.1.4.	Desarrollo de la práctica.....	126
3.1.5.	Ejemplo de Laboratorio 1	128
3.1.5.1.	Circuito ejemplo de Laboratorio 1.....	128

	3.1.5.2.	Procedimiento de los componentes y sus datos	129
	3.1.5.3.	Colocación de tramos de cable.....	132
	3.1.5.4.	Simulación de medición de voltaje en EasyEDA	135
	3.1.5.5.	Simulación de medición de corriente en EasyEDA	136
3.2.		Práctica de Laboratorio 2.....	137
	3.2.1.	Objetivo general.....	138
	3.2.2.	Objetivos específicos.....	138
	3.2.3.	Equipo	138
	3.2.4.	Desarrollo de la práctica	138
	3.2.5.	Ejemplo de Laboratorio 2.....	140
	3.2.5.1.	Circuito ejemplo de Laboratorio 2	141
	3.2.5.2.	Procedimiento de los componentes y sus datos	142
	3.2.5.3.	Colocación los respectivos tramos de cable	145
	3.2.5.4.	Simulación de medición de voltaje en el devanado secundario.....	147
	3.2.5.4.1.	Comparativa forma teórica.....	149
3.3.		Práctica de Laboratorio 3.....	152
	3.3.1.	Objetivo general.....	152
	3.3.2.	Objetivos específicos.....	153
	3.3.3.	Equipo	153
	3.3.4.	Desarrollo de la práctica	153
	3.3.5.	Ejemplo de Laboratorio 3.....	155
	3.3.5.1.	Circuito ejemplo de Laboratorio 3	155

	3.3.5.2.	Procedimiento de componentes y sus datos	156
	3.3.5.3.	Colocación de tramos de cable	161
	3.3.5.4.	Recomendación de nomenclatura.....	167
3.4.		Práctica de Laboratorio 4	168
	3.4.1.	Objetivo general	168
	3.4.2.	Objetivos específicos	168
	3.4.3.	Equipo	168
	3.4.4.	Desarrollo de la practica.....	169
	3.4.5.	Ejemplos de Laboratorio 4.....	170
	3.4.5.1.	Circuito ejemplo de Laboratorio 4.....	170
	3.4.5.2.	Procedimiento de componentes y sus datos	171
	3.4.5.3.	Colocación de tramos de cable	176
	3.4.5.4.	Recomendación de nomenclatura.....	182
3.5.		Práctica de Laboratorio 5	184
	3.5.1.	Objetivo general	184
	3.5.2.	Objetivos específicos	184
	3.5.3.	Equipo	185
	3.5.4.	Desarrollo de la práctica.....	185
	3.5.5.	Ejemplos de Laboratorio 5.....	187
	3.5.5.1.	Circuito ejemplo de Laboratorio 5.....	187
	3.5.5.2.	Esquema de control con mini PLC	188
	3.5.5.3.	Componentes y cableado de esquema de control.....	189
	3.5.5.4.	Diagrama Ladder o escalera en CAdE_SIMU.....	194
	3.5.5.5.	Componentes y cableado de diagrama Ladder	196

	3.5.5.6.	Recomendación de nomenclatura	200
3.6.		Elaboración de videos	202
	3.6.1.	Selección de contenidos.....	202
	3.6.2.	Elaboración de presentaciones y simulaciones teóricas didácticas	202
	3.6.3.	Guion.....	203
	3.6.4.	Filmación	203
	3.6.5.	Edición de video	205
4.		PROPUESTAS DE EVALUACIÓN.....	207
	4.1.	Evaluaciones cortas	207
		4.1.1. Evaluación del Laboratorio 1	207
		4.1.2. Evaluación del Laboratorio 2	209
		4.1.3. Evaluación del Laboratorio 3	211
		4.1.4. Evaluación del Laboratorio 4	213
		4.1.5. Evaluación del Laboratorio 5	215
	4.2.	Evaluación larga.....	216
		CONCLUSIONES	221
		RECOMENDACIONES.....	223
		BIBLIOGRAFÍA.....	225
		APÉNDICES	227
		ANEXOS.....	233

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Circuito eléctrico sencillo.....	18
2.	Analogía del voltaje con dos cables	20
3.	Señal de voltaje alterno sinusoidal.....	23
4.	Voltaje eficaz aproximación gráfica.....	25
5.	Gráfica de un ciclo (voltaje).....	27
6.	Símbolo de fuente de voltaje.....	29
7.	Fusible.....	32
8.	Interruptor.....	39
9.	Multímetro digital.....	40
10.	Multímetro en paralelo a la carga.....	42
11.	Multímetro en serie a la carga.....	44
12.	Partes del transformador eléctrico monofásico	46
13.	Transformador autoprotegido y convencional	48
14.	Interior de un transformador trifásico.....	51
15.	Transformador trifásico real	52
16.	Diagrama de conexión de transformadores trifásicos $Y - Y$	54
17.	Conexión de transformadores trifásicos $\Delta - \Delta$	55
18.	Transformador convencional.....	56
19.	Marco Jurídico Subsector Eléctrico en Guatemala	57
20.	Ley General de Electricidad	58
21.	Agentes participantes en el subsector eléctrico	59
22.	Ministerio de Energía y Minas	60
23.	Comisión Nacional de Energía Eléctrica	61

24.	Administrador de Mercado Mayorista	62
25.	Sistema eléctrico.....	65
26.	Demanda de energía anual histórica, período 2000-2018	69
27.	Símbolo fuente de voltaje en Phet simulador y CADe_SIMU	73
28.	Voltaje Monofásico de tres cables	74
29.	Voltaje Monofásico conexión L1-L2	75
30.	Voltaje Monofásico de tres cables	76
31.	Voltaje monofásico de tres cables	76
32.	Voltaje Monofásico de tres cables	77
33.	Norma para acometidas EEGSA	79
34.	Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA.....	82
35.	Punto de medición límite EEGSA-usuario	83
36.	Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA.....	86
37.	Amperaje que soportan los cables de cobre.....	88
38.	Conversión aproximada de calibres AWG a mm ²	89
39.	La empresa conecta a la caja tipo <i>socket</i> del medidor	90
40.	Conexión desde caja <i>socket</i> hacia caja de protección RH	91
41.	Conexión desde RH hacia tablero principal	93
42.	Partes internas de un contactor eléctrico.....	96
43.	Contactor eléctrico trifásico en CADe_SIMU	98
44.	Categorías de contactores.....	100
45.	Esquema unifilar y esquema multifilar	102
46.	Esquema control y esquema de fuerza.....	107
47.	Hardware mini PLC (Logo 8)	111
48.	PLC en cuadro eléctrico.....	114
49.	Procesos del PLC	115
50.	Ciclo Scan.....	117
51.	Circuito con programa Ladder	120
52.	Diagrama Ladder	121

53.	Circuito para la práctica 1.....	127
54.	Circuito ejemplo de Laboratorio 1 en el simulador EasyEDA.....	129
55.	Componentes ejemplo de Laboratorio 1	132
56.	Tramo de cable; positivo (+) - fusible (F1).....	133
57.	Tramo de cable; fusible-interruptor	133
58.	Tramo de cable; interruptor-carga.....	134
59.	Tramo de cable; carga-cable con cero voltios.....	134
60.	Conexión de cable; cero voltios-GND	135
61.	Multímetro en paralelo a la carga.....	135
62.	Multímetro en serie a la carga.....	137
63.	Circuito para la práctica 2.....	139
64.	Circuito ejemplo de Laboratorio 2 en EasyEDA	141
65.	Componentes ejemplo de Laboratorio 2	144
66.	Tramo de cable; fuente (+) – interruptor.....	145
67.	Tramo de cable; interruptor-fusible.....	145
68.	Tramo de cable; fusible-transformador.....	146
69.	Tramo de cable; transformador-cable con cero voltios	147
70.	Medición de voltaje en el devanado secundario.....	148
71.	Ejemplo complementario 2a Laboratorio 2; transformador 2:1.....	151
72.	Circuito para la práctica 3.....	154
73.	Circuito ejemplo de Laboratorio 3	156
74.	Componentes ejemplo de Laboratorio 3	160
75.	Tramos de cable; activos (F1 y F2) – disyuntor (Q1)	161
76.	Tramo de cable; disyuntor (Q1) - disyuntor (CILU)	162
77.	Tramo de cable; disyuntor (CILU) - lámpara de señalización.....	162
78.	Tramo de cable; lámpara de señalización-neutro	163
79.	Tramo de cable; disyuntor Q1 - disyuntor CFUE.....	164
80.	Tramo de cable; disyuntor CFUE - toma de corriente	165
81.	Tramos de cable; toma de corriente-neutro-protección.....	166

82.	Circuito para la práctica 4	169
83.	Circuito ejemplo de Laboratorio 4	171
84.	Componentes ejemplo de Laboratorio 4	176
85.	Tramo de cable activo (L) - disyuntor (Q1)	177
86.	Tramo de cable disyuntor - pulsador NC	177
87.	Memoria cableada parte 1 en CADe_SIMU	179
88.	Memoria cableada parte 2 en CADe_SIMU	180
89.	Tramo de cable pulsador NC-memoria	180
90.	Cableado segunda memoria y nomenclatura en CADe_SIMU	181
91.	Tramo de cable pulsador de parada S1 - dos memorias en CADe_SIMU	182
92.	Circuito para práctica 5	186
93.	Circuito ejemplo de Laboratorio 5	188
94.	Esquema de control ejemplo de Laboratorio 5	189
95.	Alimentación de mini PLC en CADe_SIMU	190
96.	Tramos de cable; fuente de voltaje-disyuntor	191
97.	Tramo de cable; disyuntor- mini PLC.....	191
98.	Accionamientos y cableado segunda parte esquema de control	192
99.	Componentes y cableado tercera parte esquema de control.....	193
100.	Diagrama Ladder del ejemplo de Laboratorio 5	195
101.	Alimentación virtual de diagrama Ladder	196
102.	Componentes de los dos primeros escalones diagrama Ladder	197
103.	Componentes del tercer escalón diagrama Ladder	198
104.	Tramos de cable en la primera línea del diagrama Ladder	198
105.	Tramos de cable en la segunda línea del diagrama Ladder	199
106.	Tramos de cable en la tercera línea del diagrama Ladder	200
107.	Presentación de mediciones eléctricas básicas en CA.....	203
108.	Grabación de pantalla con OBS Studio	204
109.	Edición de videos con InShot Mobile	205

TABLAS

I.	Algunos tipos de tensión eléctrica.....	19
II.	Conversión de señales senoidales a fasores	22
III.	Tipos de generación en Guatemala	66
IV.	Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA.....	81
V.	Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA.....	83
VI.	Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA.....	85
VII.	Dispositivos del esquema de control en CADe_SIMU.....	103
VIII.	Dispositivos del esquema de fuerza en CADe_SIMU	105
IX.	Algunos tipos de PLC.....	110
X.	Símbolos comunes de diagrama Escalera	118
XI.	Medición de voltage	127
XII.	Medición de corriente	128
XIII.	Componentes y sus datos ejemplo 1	130
XIV.	Medición de voltaje ejemplo 1	136
XV.	Medición de corriente ejemplo 1	137
XVI.	Medición de voltaje relación de transformación 1:3	140
XVII.	Medición de voltaje relación de transformación 2:1	140
XVIII.	Componentes y sus datos ejemplo 2	142
XIX.	Medición de voltaje ejemplo 2	148
XX.	Componentes y sus datos ejemplo 3	157
XXI.	Componentes y sus datos ejemplo 4	172

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
CA	Corriente alterna
f	Frecuencia
Hz	Hertz
I	Intensidad de corriente eléctrica
kV	kilovoltio
Kwh	kilowatt hora
MB	Megabyte
Ω	Ohm
P	Potencia
Q	Potencia reactiva
Σ	Sumatoria
W	Vatios
V	Voltio

GLOSARIO

Acometida	Cables de alimentación que van desde el punto aéreo o subterráneo del distribuidor de energía eléctrica hacia el medidor en específico.
AWG	Calibre de alambre de los Estados Unidos de América (por sus siglas en inglés AWG – <i>American Wire Gauge</i>) da referencia de ordenación de diámetros. Es común en el país el uso de esta referencia en los cables eléctricos.
Calidad de energía	Conjunto de normas del suministro eléctrico mediante reglas que rigen niveles de tensión eléctrica, formas de onda, armónicos, entre otros.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
DEOCSA	Distribuidora de Energía Eléctrica de Occidente, Sociedad Anónima.
DEORSA	Distribuidora de Energía Eléctrica de Oriente, Sociedad Anónima.
Factor de potencia	En circuitos de corriente alterna se da como la relación entre la potencia aparente y la potencia activa. Da una

medida de cuanta energía si se está convirtiendo en trabajo útil.

Ley de Joule

Fenómeno que se da cuando circula una corriente eléctrica a través de un conductor, los electrones dentro producen choques con los átomos del conductor esto hace que parte de la energía cinética de los electrones se transforme en calor, lo que aumenta la temperatura.

Ley de voltajes de Kirchhoff

LVK. Lazo cerrado, el conjunto de todas las caídas de tensión es similar a la tensión total suministrada.

Medidor de energía eléctrica

Aparato que se encarga de medir el consumo de electricidad

Microsoft Office

Contiene una serie de aplicaciones para escritorio, que sirven para editar, calcular, presentar archivos virtuales, disponible para los sistemas operativos Microsoft Windows, Mac OS X, iOS, Android y Linux.

Ratio

Inverso de la relación/razón de transformación en un transformador monofásico en el simulador EasyEDA.

Simulador

Programa de computación capaz de aproximar una situación real vista desde el punto de vista virtual.

RESUMEN

A continuación, se tratan los temas relacionados a la electricidad correspondientes al curso de Laboratorio de Ingeniería Eléctrica 2 de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad de San Carlos de Guatemala. Este trabajo inicia desarrollando los conceptos teóricos, se proponen ejemplos, prácticas y evaluaciones de los temas correspondientes al laboratorio.

El presente trabajo es un esfuerzo académico con el objetivo de hacer una contribución significativa a la educación de las futuras generaciones de estudiantes que no pertenecen a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica. La virtualización del laboratorio permite actualizar o mejorar la realización y comprensión de las prácticas o conceptos clave del laboratorio, se recomienda utilizar los ejemplos realizados en simuladores especializados para tener una buena base antes de las prácticas.

El primer capítulo analiza los conceptos fundamentales de las TIC'S, el método de aprendizaje constructivista y la educación en línea (e-learning), que son el método de enseñanza propuesto para este laboratorio.

En el segundo capítulo se tratan los conceptos teóricos importantes a considerar en las prácticas, en este se ven los siguientes temas: mediciones básicas en corriente alterna CA, transformadores eléctricos, instalación eléctrica domiciliar, contactores eléctricos y controladores lógicos programables.

En el tercer capítulo se proponen las prácticas del laboratorio en las que se incluye el uso de herramientas digitales como simuladores electrónicos en línea, simuladores de contactores o los PLC. Se proponen prácticas acordes a los ejemplos de estas, para que el estudiante ponga en práctica el ejemplo y también para que le sea accesible la comprensión de estas.

El cuarto capítulo propone evaluar los conceptos teóricos de cada práctica con el objetivo de cuantificar el aprendizaje de los participantes.

OBJETIVOS

General

Virtualización de las prácticas de laboratorio del curso de Laboratorio de Ingeniería Eléctrica 2 de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala bajo el modelo constructivista y el uso de TIC'S.

Específicos

1. Diseñar contenidos multimedia de los temas principales relacionados al curso de Laboratorio de Ingeniería Eléctrica 2 con su respectiva marca de agua y almacenarlos en una carpeta compartida, teniendo copia de estos en canales privados de YouTube o Google Drive.
2. Proponer prácticas de laboratorio y simulaciones de los temas principales del curso de laboratorio.
3. Proponer evaluaciones, como prueba de aprendizaje, para cuantificar el logro de los estudiantes y la eficacia de la enseñanza, en formato adaptable a la plataforma UEDI.

INTRODUCCIÓN

El curso de Laboratorio de Ingeniería Eléctrica 2 busca complementar la parte de electricidad en todo estudiante de alguna rama de ingeniería. Este laboratorio explica el concepto de los elementos básicos de electricidad asimismo la aplicación de estos en circuitos eléctricos, desde equipo de medición, transformadores eléctricos, contactores eléctricos hasta controladores lógicos programables para que el estudiante adquiera una base sólida en el campo de la electricidad.

En el curso de Laboratorio de Ingeniería Eléctrica 2 se complementan los conocimientos adquiridos en la clase magistral además tiene como objetivo proponer prácticas objetivas donde se apliquen o refuercen los contenidos teóricos del curso, la teoría servirá como fundamento para las prácticas, mejorando así el aprendizaje constructivo, técnico y teórico, necesario para que el participante de este laboratorio pueda solidificar sus conocimientos en electricidad.

Con la intención de motivar y ayudar al aprendizaje constructivo del participante, se pretende llevar a un entorno virtual el curso de Laboratorio de Ingeniería Eléctrica 2, se presentan herramientas educativas al estudiante que incluyen presentaciones, videotutoriales, simulaciones en programas especializados, ejemplos resueltos también evaluaciones. Este material tiene la ventaja que se podrá consultar en una hora que el participante crea oportuna desde la comodidad de su espacio.

1. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y TECNOLÓGICOS

A continuación, se trata el modelo constructivista y el uso de las TIC'S en la educación.

1.1. El modelo constructivista en la Educación

El constructivismo es un modelo pedagógico influyente en la didáctica de las ciencias, en palabras sencillas es el proceso de adquirir nuevas habilidades o conocimientos mientras se reorganiza el aprendizaje previo. Sin olvidar que el constructivismo busca la interacción entre el docente y el estudiante, un intercambio entre estos de tal forma que se llegue a una síntesis productiva entre ambos, para lograr un aprendizaje significativo.

El conocimiento es como una construcción de las personas: cada una percibe la realidad, la planifica, ordena o le da sentido, gracias a la actividad de su sistema nervioso central. Cada estudiante posee conocimientos previos que construye a lo largo del tiempo, en todos los conceptos, esto le permite enfrentarse a conceptos nuevos para él, pero con una nueva perspectiva y sobre todo su experiencia le provee competencias para estos casos.

Con el paso del tiempo, varios autores han propuesto diversas teorías sobre el aprendizaje, a continuación, se repasará de forma breve las teorías del modelo constructivista por considerarlas cercanas a los planteamientos del constructivismo.

1.1.1. El constructivismo de Piaget

“La teoría constructivista propone que el conocimiento es el resultado de un proceso de construcción en el que la persona está involucrada activamente.

En esta teoría sostiene que este proceso es cognitivo, como el de un niño/niña (NNA) que crece, madura física o psicológicamente, en este crecimiento el niño/niña madura biológicamente esto le ayuda a mejorar sus habilidades cognitivas, lo cual le facilita desenvolverse en su ambiente y aprender de mejor manera en su proceso de adaptación al entorno”.¹

1.1.2. El aprendizaje significativo de Ausubel

“En el aprendizaje constructivista se destaca a este psicólogo y pedagogo norteamericano que sostiene que el sujeto asocia las ideas nuevas que recibe con aquellas que ya tenía anteriormente, esta combinación le genera al sujeto un significado claro para la idea nueva gracias a su experiencia previa.

En este proceso el estudiante percibe de mejor manera el material que tiene coherencia respecto a lo que aprende, desarrolla sus habilidades de pensamiento mediante el buen proceso de información coherente, sin olvidar las condiciones emocionales tanto del docente o estudiante que pueden afectar su proceso de formación”.²

1.1.3. Característica del aprendizaje constructivista

El entorno de aprendizaje creado por un modelo constructivista se diferencia de los demás en varios aspectos, entre ellos algunos importantes de mencionar:

- No busca la competencia o el reconocimiento, busca la interacción social y colaborativa.
- Destaca las tareas auténticas en lugar de las instrucciones inconexas.
- Destaca la construcción del conocimiento en el contexto de su reproducción.

¹ ORTIZ GRANJA, Dorys. *El constructivismo como teoría y método de enseñanza*. <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096005.pdf>. Consulta: 11 de octubre de 2021.

² *Ibíd.*

- Trata de representar con ejemplos sencillos en la realidad, para que se pueda entender alguno de gran complejidad del mundo real.

El constructivismo defiende que la realidad es un componente interno más que externo. Como un resultado, dos personas pueden tener la misma experiencia, mientras que tiene diferentes significados para cada uno de ellos. Por ejemplo, para una persona, haciendo un montón de dinero puede indicarle el éxito, pero para otra, puede significar el fracaso. Todo depende de la forma en que entienden y cómo reaccionan a ella.

Hay que mencionar algunos roles que desempeñan tanto docente como alumno para que el aprendizaje mejore de forma constructiva.

1.1.4. Papel que desempeña el profesor en el modelo constructivista

Para el modelo constructivista es muy importante el rol del profesor hay que mencionar algunos papeles importantes como:

- Él sirve como un moderador, coordinador, facilitador y el mediador.
- El docente debe tener un papel activo en el proceso de aprendizaje, lo que incluye contextualizar las actividades.
- Es el principal responsable de crear un clima armónico y afectivo medio ambiente estudiantil, debe estar al tanto del estudiante.
- Activar y aceptar la autonomía e iniciativa del alumno.
- Incentivar actividades con el fin de desarrollar o practicar las actividades cognitivas.

1.1.5. Papel que desempeña el estudiante en el modelo constructivista

Para maximizar el aprendizaje es necesario que el estudiante participe activamente y tenga algunas cualidades como:

- Acepte, analice e incorpore los puntos de vista de otras personas.
- Dado que cada individuo es único y, por tanto, insustituible, cada individuo es responsable de su propio aprendizaje.
- Debe participar activamente en actividades que ayuden a su desarrollo cognitivo.
- Propone ideas y las defiende de forma constructiva.
- Pregunta con el fin de clarificar y comprender con el mutuo respeto a las opiniones.
- El alumno selecciona o transforma información, crea hipótesis y toma decisiones basadas en su experiencia.

1.1.6. Ventajas del modelo constructivista

El modelo constructivista siempre busca la mejor interacción entre docente y estudiante, esto hace que el estudiante se sienta cómodo a la hora de su aprendizaje, el modelo constructivista busca también aproximarse a realizar aprendizaje mediante la experiencia, este modelo es ideal para el estudiante mejore de manera personal o constante.

Una de las ventajas importantes de este método es promover el desarrollo del pensamiento e incentivar a que no se debe enseñar el conocimiento más importante, sino enseñarle al estudiante a decidir que es importante y aplicable a situaciones nuevas para él.

1.1.7. Desventajas del modelo constructivista

El modelo constructivista necesita mucha visión de aprendizaje, motivación personal y estudiantil. El estudiante debe basarse en la experiencia, pero algunos estudiantes no suelen adaptarse a esta forma de aprendizaje.

El modelo plantea ideas que suelen tornarse a largo tiempo debido a la rigurosidad del proceso de aprendizaje de este.

1.2. Tecnología de la Información y Comunicación (TIC'S)

Utiliza el internet como elemento principal, en la web actualmente se puede encontrar infinidad de información de todo tipo, en el siglo XXI el internet es una herramienta que ha roto distancias o barreras que antes eran imposibles de imaginar en varias ramas, una de ellas el aprendizaje.

1.2.1. Definición

“Las TIC'S se define como un conjunto de servicios, redes, *software* y aparatos que tienen como fin la mejora de la calidad de vida de las personas dentro de un entorno logra promover el intercambio o el fortalecimiento de los conocimientos a favor al desarrollo, permitiendo acceso a información para actividades educativas, culturales, sociales, científicas, entre otros.

La tecnología de la información y comunicación (TIC'S), se ha convertido en una herramienta didáctica que ayuda a los alumnos, a centrarse en su aprendizaje, mejoren el interés o la motivación en sus cursos, también estimula el desarrollo de ciertas habilidades, intelectuales tales como el razonamiento, la resolución de problemas, la creatividad también la capacidad de aprender a aprender.

También ofrece a los docentes la facultad de mejorar sus prácticas de aula, les ayuda a crear entornos de enseñanza dinámicos o participativos para reforzar el proceso de enseñanza en sus participantes, ayuda a que estos socialicen y les incentiva a trabajar en equipo.

Las TIC'S fusiona un conjunto de tecnologías, servicios y aplicaciones, que dan uso diversos equipos electrónicos que involucran otros parámetros como almacenamiento, administración, control, visualización, transmisión o recepción de

información, el desarrollo, el uso de hardware, *software* principalmente, se complementan para la comunicación a través de la web u otras plataformas".³

1.2.2. Ventajas de las TIC'S

- Las TIC'S ofrecen al estudiante nuevas interfaces que suelen ser nuevas para él y atractivas para mejorar así su proceso de aprendizaje o incluso para evaluarse de alguna tarea.
- Las TIC'S han cambiado la forma de aprendizaje y muchas veces el estudiante prefiere este tipo de herramientas porque desde que empieza a mejorar sus habilidades tanto en tecnología como adaptación a esta le suele ser muy provechoso.
- Las TIC'S han facilitado en gran manera al docente para crear material atractivo y provechoso para los estudiantes.
- Las TIC'S han roto una brecha grande de distancias ahora se puede interactuar con otros países temas relacionados al estudio u otros.

1.2.3. Desventajas de las TIC'S

- Se necesita recursos mínimos tecnológicos y económicos para hacer uso de las TIC'S.
- En la web hay mucha distracción que suele afectar cuando alguien está mezclando estudios con videos de diversión, por ejemplo, esto hace que el estudiante pierda concentración en su proceso de aprendizaje.

³ Universidad del Zulia. *Análisis del uso de las tecnologías TIC por parte de los docentes de las Instituciones educativas de la ciudad de Riohacha.* <https://www.redalyc.org/journal/737/73749821005/html/>. Consulta: 11 de octubre de 2021.

- Filtrado de información: es necesario prestar mucha atención a la información que se está investigando dado que existe en los medios digitales se puede encontrar información falsa o dañina al equipo electrónico afectando nuestro software, y datos guardados en nuestro equipo.

1.3. Modelo de aprendizaje *e-learning*

“También conocido como enseñanza virtual, se entiende como la educación en la que los docentes como los estudiantes participan en un entorno digital, a través del avance de las nuevas tecnologías y las redes de computadoras, en donde el estudiante tiene la facilidad de decidir en cierto modo, el nivel de crecimiento académico que desea adquirir respecto al curso virtual, La literatura de la educación a distancia para cursos donde se usa correspondencia, video, la transmisión por televisión o por satélite, no necesariamente describen el proceso incluido en los cursos en línea.

Este modelo busca, que el estudiante pueda reforzar sus conocimientos desde la comodidad de su hogar o desde cualquier otro lugar que cuente con una computadora o cualquier otro dispositivo que pueda conectarse al internet”.⁴

1.3.1. Tipos de *e-learning*

Entre los diversos tipos de *e-learning* podemos mencionar que están en función del grado de presencialidad hay otro factor que son los dispositivos utilizados para beneficiarse de este proceso de enseñanza, algunos importantes de mencionar:

- *B-Learning (blended learning)*: se le denomina mixto o semipresencial, en esta se incluye actividades ya sea en modalidad presencial como por internet, su objetivo se basa en aprovechar de gran manera las cualidades sobresalientes de ambos campos.

⁴ BAELO ÁLVAREZ, Roberto. *El e-learning, una respuesta educativa a las demandas de las sociedades del siglo XXI*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36812381007>. Consulta: 11 de octubre de 2021.

- *M-Learning* (aprendizaje móvil): la masificación de dispositivos tales como teléfonos inteligentes o computadoras compactas han llevado al alza a esta modalidad de aprendizaje que se basa en el uso de las TIC'S.
- *U-Learning* (aprendizaje ubicuo): se puede acceder en cualquier lugar o instante, no se debe confundir o limitar que la información recibida sea para un teléfono inteligente o tableta, este concepto esta optimizado para incorporar algún otro medio tecnológico que ayude o facilite el recibimiento de información también posibilite su incorporación y asimilación a las personas (videoconferencias, realidad aumentada).

Existen otras formas de clasificar la formación *e-learning*, se habla de *e-learning* sincrónico cuando la enseñanza imita al aula tradicional, pero con herramientas tecnológicas de Internet, como se requiere que los participantes o estudiantes estén reunidos (ahí es donde entran las reuniones virtuales, las videoconferencias y algunas otras que se realizan en directo). En *e-learning* asincrónico los materiales virtuales se encuentran disponibles en cualquier momento para el alumno.

1.3.2. Herramientas tecnológicas para la educación a distancia

Los muchos recursos ofrecidos por la educación a distancia requieren diferentes herramientas para llegar a los estudiantes; estas herramientas incluyen diferentes plataformas asíncronas y síncronas, programas útiles e instituciones que ponen los recursos a disposición de los estudiantes.

1.3.2.1. Herramientas de comunicación asíncrona

Las plataformas virtuales siguen ayudando a la educación, proveen al estudiante de herramientas en la web tales como plataformas estudiantiles en donde el estudiante puede recibir información y documentos adicionales que le pueden ser útil para sus cursos.

1.3.2.1.1. UEDI Unidad de Educación a Distancia

La Facultad de Ingeniería cuenta con la Unidad de Educación a Distancia (UEDI), esta tiene la misión de incorporar o reforzar en los procesos de aprendizaje o enseñanza promoviendo el uso estratégico de las Tecnologías de la Información y Comunicación. Esta es una plataforma educativa virtual se basa en Moodle en la que se llevan a cabo actividades universitarias por medio de cursos virtuales.

La principal plataforma en la que se manejan los cursos virtuales de la Facultad de Ingeniería tiene de forma organizada materiales e información relacionada con los cursos asignados del estudiante, estos tienen la posibilidad de realizar su evaluación sin tener que utilizar una plataforma diferente, permite planificar actividades como pruebas cortas, ejercicios, entregas de tareas y por supuesto evaluaciones. En conjunto con las diferentes herramientas informáticas proveen al estudiante un ambiente óptimo para desarrollar un curso de manera virtual.

1.3.2.1.2. Correo institucional

El correo estudiantil, ofrecido por la facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es una dirección de correo electrónico que identifica al estudiante como miembro de dicha institución y otorga varios beneficios de parte de empresas dispuestas a impulsar a estudiantes a seguir mejorando sus conocimientos.

Hay herramientas que el estudiante puede tener en su versión estudiantil con este correo electrónico, puede tener la versión de algunos programas de alto nivel como es el software para dibujo AutoCAD, programas de edición o aplicaciones de escritorio como Microsoft Office, o el software para realizar todo tipo de contenido o diseño gráfico Canva, estas herramientas pueden potenciar en gran manera el material para que el estudiante tenga mejores condiciones si a nivel de software se refiere.

1.3.2.1.3. Contenidos digitales y enlaces externos

Otras páginas en la web pueden fomentar aprendizaje de manera indirecta debido a que probablemente no fueron creadas con este fin específicamente, Esta tendencia se ha acelerado con el avance de la Información y Comunicación Tecnológicas (TIC'S), la cual los individuos utilizan para crear contenido educativo lo mejor es que la mayoría que decida puede contribuir contenido de tipo educativo lo bueno es que hay personas que comparten contenido muy útil e invaluable hay mucho material en la web que se podría consultar en enlaces o contenidos audiovisuales para complementar el aprendizaje.

1.3.2.2. Herramientas de comunicación síncrona

Herramientas que tratan de imitar al aula ordinaria, pero con tecnologías de Internet este requiere que los participantes estén presentes en un mismo momento.

1.3.2.2.1. Google Meet

Google Meet es un servicio de videotelefonía desarrollado por Google. Facilita el proceso de unirse a las videollamadas desde el área de trabajo o estudio. Con una organización de participantes optimizada, una interfaz rápida, facilita realizar videollamadas con varias personas de manera sencilla. Con el enlace de la respectiva reunión puede interconectar a los participantes en un mismo momento.

1.3.2.2.2. Clases virtuales

La clase en un entorno en la red es un tipo de clase virtual en donde el profesor y el estudiante tienen la posibilidad de aprender, en un aula virtual el profesor puede motivar e incentivar con nuevos materiales, una forma nueva e innovadora para que el estudiante realice su aprendizaje de manera cómoda, la interacción del estudiante con el profesor en un aula virtual se potencia porque el estudiante como que tiene más confianza en un entorno virtual, muchas herramientas en la red permiten realizar videoconferencias en donde se puede compartir la pantalla de los participantes así se puede crear un ambiente con más confianza donde todos aportan dudas, experiencias relacionadas al tema, entre otros.

El profesor también puede crear con herramientas de comunicación síncrona las clases virtuales complementarias si así lo desea para alguna posterior revisión o capacitación de algún tema específico de manera que se adecue a su tiempo y al de los participantes para mejorar el aula.

1.3.2.3. Programas de diseño y simulación

Para comprender de mejor manera algunos conceptos es importante la ayuda ya sea visual o simulada de estos temas, afortunadamente en la web podemos encontrar diversidad de simuladores cuando a temas eléctricos o electrónicos se refiere, la gran ventaja de estos simuladores es que algunos son basados en código abierto y fácilmente accesible para muchos, algunos simuladores no requieren de grandes recursos en cuanto a hardware por lo que se pueden utilizar con computadoras de recursos mínimos lo cual ayuda a varios estudiantes que no pueden contar con el mejor hardware posible.

1.3.2.3.1. Simulador en línea EasyEDA

El simulador EasyEDA es un *software* basado en la web, es compacto y ofrece herramientas de simulación electrónica, también diseño de placas de circuito impreso, este simulador es totalmente en línea por lo que siempre que abra el navegador, se conecte a la red podrá ejecutar sus simulaciones de manera muy efectiva, basta con crear un usuario de forma gratuita para poder almacenar en la nube todos nuestros proyectos, incluso podemos compartir nuestras simulaciones o diseños con toda la comunidad de EasyEDA si así se desea.

EasyEDA hace gratis y fácil de usar el diseño de circuitos, la simulación o diseño del circuito impreso desde su navegador.

Pueden acceder a los videos con los primeros pasos en este simulador en línea EasyEDA ver apéndice 1, para poder empezar a utilizar este gran simulador.

1.3.2.3.2. Simulador de automatismos eléctricos CADe_SIMU

Es un software electrotécnico para dibujar diagramas de mandos eléctricos, es de fácil instalación puesto que es un archivo ejecutable, su tamaño es alrededor de unos 20 megabytes ósea que se necesita como 50 veces este programa para llenar un gigabyte lo cual es bastante pequeño para su funcionalidad y sus recursos que ofrece. Posee librerías que incluyen símbolos eléctricos de manera organizada que sirven para crear los circuitos otra ventaja es que permite hacer simulaciones de estos. Tiene una interfaz amigable con el usuario que lo hace muy eficiente.

En la versión 4 le provee de algunos componentes en tres dimensiones lo que lo hace aún más atractivo a la hora de dibujar cierto diagrama unifilares o multifilares, lo que se busca es dibujar un circuito eléctrico y que alguien más lo pueda entender con gran facilidad.

Pueden acceder a los videos con los primeros pasos en este simulador de automatismos eléctricos CADe_SIMU ver apéndice 4, para empezar a utilizar este útil simulador.

1.3.2.3.3. OBS Studio Versión 26.1.1

Es un programa libre de código abierto que permite capturar la pantalla y el audio del ordenador cuando se ejecuta una grabación de pantalla. Este programa es muy utilizado porque hace fácil o rápida la grabación/transmisión de nuestro

ordenador, por esto es empleado por personas creadoras de contenido puesto que permite la grabación o transmisión del ordenador en un formato admisible en plataformas como YouTube, la mejor parte, es gratis sin cobros ocultos.

En este trabajo ha sido utilizado para grabar las presentaciones desde el ordenador también las simulaciones de los programas virtuales empleados en el contenido multimedia de este laboratorio.

1.3.2.3.4. InShot 1.738.1327

Editor de fotos y video profesional que ayuda a crear videos vistosos también fotos geniales. Con InShot, puedes añadir música a video, recortar video, cortar video, fusionar videos, añadir texto a video o personalizar un fondo.

Tiene una versión de celular, se puede descargar desde la tienda Google Play de Android, con las herramientas que provee de forma gratuita algunos creadores de contenido realizan videos de alto nivel, por esto es una de las aplicaciones más utilizadas en este ámbito y mejor calificadas de la tienda.

Los videos han sido editados con las herramientas que provee la versión gratuita, éstas han servido para unir, fusionar, recortar y depurar los videos para mantenerlos en un rango de duración entre los 5 hasta 9 minutos por ser videos educativos.

1.3.3. Ventajas del modelo *e-learning*

- Mediante este modelo el estudiante puede mejorar su aprendizaje por sí solo, también anticiparse a temas si así lo desea. Ayuda a que el profesor pueda apoyar a la mayoría de los estudiantes que necesitan atención

individualizada debido a que algunos ya estarán preparados y él podría ayudar a los más necesitados.

- Mediante este modelo el estudiante puede resultar con un alto nivel de rendimiento debido a que es accesible, eficaz y complementa el aprendizaje presencial. *e-learning* puede reducir los costos de la educación al poner aulas en línea, reemplazar los libros de texto de mayor costo, con el uso de dispositivos electrónicos los estudiantes pueden acceder a estos libros, estos dispositivos cada vez son más comunes en los estudiantes. De hecho, en la actualidad muchos estudiantes utilizan cada vez más los libros electrónicos, debido a varios factores, uno de ellos el factor económico.

1.3.4. Desventajas del modelo *e-learning*

- El uso de las tecnologías puede hacer que los estudiantes se sientan cómodos o se distraigan, y se queden atrás en los materiales que hay para un aprendizaje completo.
- El costo de un buen equipo tecnológico o plan de datos, algunos a lo sumo pueden acceder con equipo y planes básicos.

2. DESARROLLO DE CONCEPTOS

Se describirán los conceptos teóricos importantes para las prácticas del curso de Laboratorio de Ingeniería Eléctrica 2.

2.1. Uso del multímetro en un circuito eléctrico simulado en CA

Se describen, a continuación, los conceptos teóricos correspondientes a la práctica 1 de laboratorio.

En esta práctica se pretende que el estudiante de laboratorio comprenda el comportamiento de la corriente alterna (CA) y pueda realizar las mediciones de tensión eléctrica (voltaje), intensidad de corriente eléctrica (corriente) virtualmente, el comportamiento de una resistencia en corriente alterna en un circuito eléctrico básico simulado en el software propuesto EasyEDA.

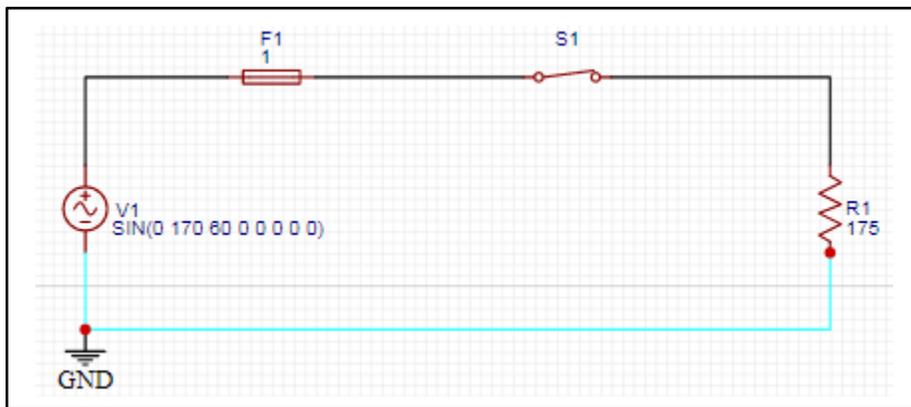
Se va a tratar de definir de la forma más entendible algunos de estos términos o conceptos debido al tecnicismo que se encuentra en la electricidad, la complejidad de los términos algunas veces hace que un estudiante no termine de comprender de mejor manera algunos conceptos.

2.1.1. Circuito eléctrico

Un circuito en su forma más elemental es una interconexión de componentes eléctricos, fuente de voltaje, un interruptor, una carga eléctrica (resistencia, lámpara, motor, entre otros), en donde la corriente eléctrica viaja a

través de una trayectoria cerrada, algunos componentes básicos de un circuito eléctrico se muestran en la figura 1.

Figura 1. **Circuito eléctrico sencillo**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

En un circuito eléctrico hay por lo menos dos magnitudes físicas que hacen que este funcione se trata de la tensión eléctrica o voltaje que se mide en voltios (V) y la corriente que se mide en amperios (A).

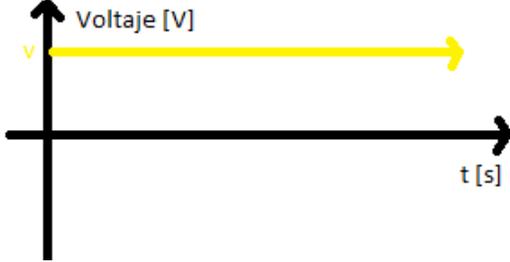
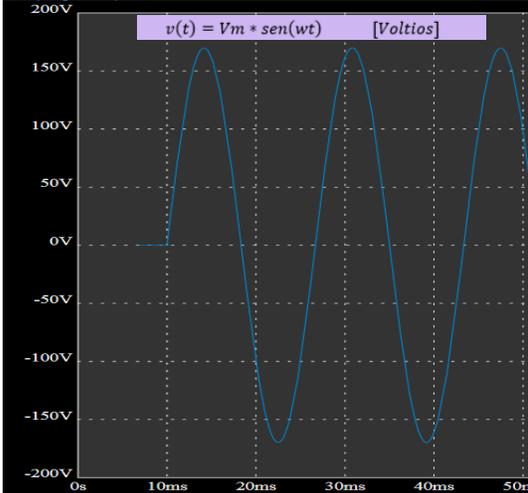
2.1.2. **Voltaje o diferencia de potencial**

El voltaje es como la capacidad física que tiene un circuito eléctrico, porque impulsa a los electrones a lo extenso de un conductor, ósea esta magnitud del circuito hace que la corriente eléctrica (partículas cargadas) pueda llegar hacia una carga eléctrica (lampara, motor, entre otros). el voltaje puede tener una magnitud constante o variable, puede ser mayor o menor a cero voltios.

2.1.3. Algunos tipos de voltaje

Se encuentran varios tipos de voltaje en electricidad y se mencionan dos de estos importantes de conocer:

Tabla I. Algunos tipos de tensión eléctrica

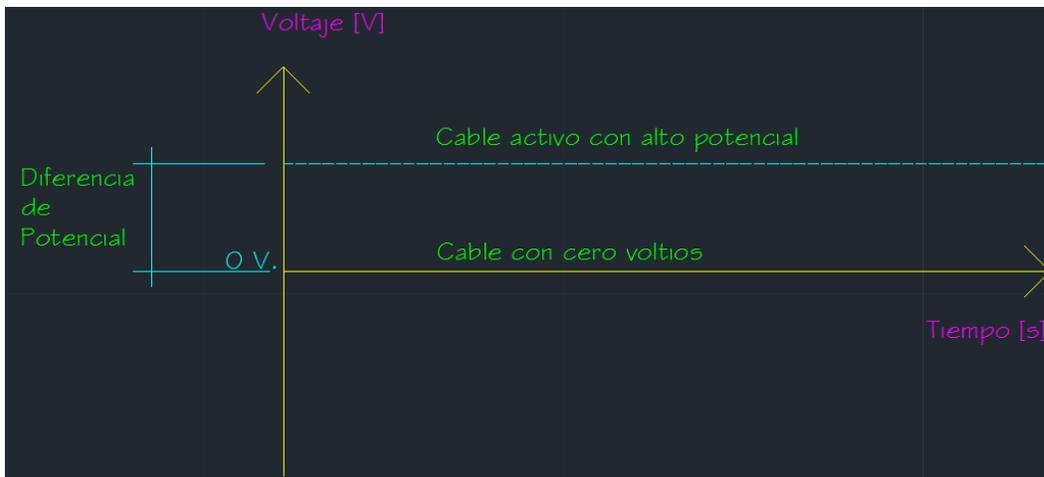
Tipo de tensión eléctrica.	Imagen de referencia
<p>Voltaje directo</p> <p>El voltaje directo tiene la particularidad que su valor es diferente de cero y se mantiene constante en el tiempo, un ejemplo de este tipo de voltaje es la pila (batería AA) que tiene un control de televisión, o un celular, entre otros.</p>	
<p>Voltaje alterno de tipo sinusoidal</p> <p>El voltaje alterno sinusoidal se comporta como una onda y varía en el tiempo con determinada frecuencia, se había mencionado que el valor del voltaje puede ser mayor o menor a cero voltios o voltaje alterno este hace que el flujo de corriente hacia la carga vaya de una dirección a otra en el tiempo.</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

2.1.4. Comparación del voltaje con dos cables

Se aproximará la diferencia de potencial o el voltaje con dos cables (dos polos como en la pila, dos conductores para un fuente de alimentación sencilla), el primero de estos con un voltaje activo con alto potencial el cual se llamará resumidamente como cable activo, el segundo cable se llamará cable con cero voltios, porque este cable tiene teóricamente un valor de cero voltios, esto debido a que el voltaje es una diferencia de potencial, Si dos puntos que tienen una diferencia de potencial y están unidos por un conductor se manifestará entonces un flujo de electrones. debe existir esta diferencia de potencial para que la corriente pueda circular en un circuito.

Figura 2. Analogía del voltaje con dos cables



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Debido a que trabajar magnitudes de corriente alterna a veces se torna complejo, es común encontrar el voltaje alterno de tipo sinusoidal descrito como fasor, también como senoide:

$$v(t) = Vm * \text{sen}(wt) \quad [\text{Voltios}]$$

$$v(t) = Vm * \text{cos}(wt) \quad [\text{Voltios}]$$

Donde:

$Vm = \text{Voltaje máximo} = \text{Voltaje pico} \quad [\text{V}]$

$wt = \text{argumento} \quad [\text{Radianes}]$

$w = \text{frecuencia angular} \quad \left[\frac{\text{Rad}}{\text{s}} \right]$

$t = \text{tiempo} \quad [\text{s}]$

En corriente alterna se suelen utilizar fasores porque ayudan a trabajar voltajes y corrientes de magnitud alterna en un lenguaje matemático como pueden ser los números complejos, para evitar cálculos grandes con funciones seno o coseno, se procura emplear su semejante fasores para trabajar ciertos problemas de circuitos, se muestra la tabla II para referencia de estas conversiones de voltajes o corrientes senoidales a fasores.

Tabla II. **Conversión de señales senoidales a fasores**

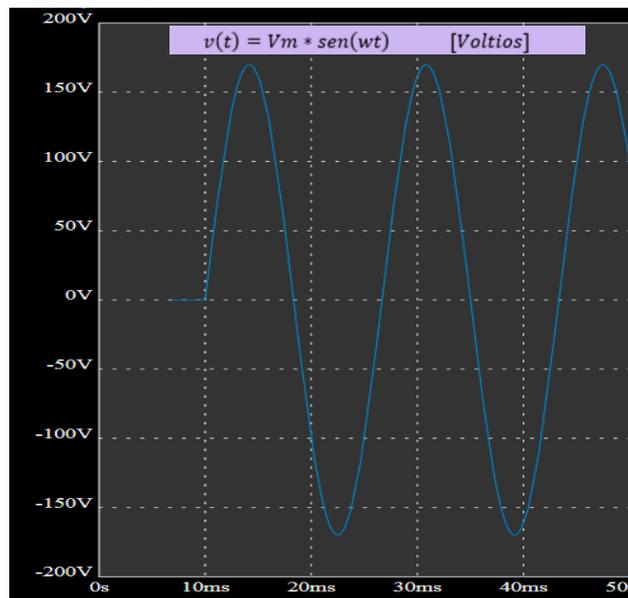
Voltaje senoidal	Equivalente a fasor
$v_1(t) = Vm * \cos(\omega t \pm \phi_1)$ [V]	$V_1 = Vm \angle (\pm \phi_1)$ [Voltios]
$v_2(t) = Vm * \sen(\omega t \pm \phi_2)$ [V]	$V_2 = Vm \angle (\pm \phi_2 - 90^\circ)$ [Voltios]
Corriente senoidal	Equivalente a fasor
$i_3(t) = Im * \cos(\omega t \pm \phi_3)$ [A]	$I_3 = Im \angle (\pm \phi_3)$ [Amperios]
$i_4(t) = Im * \sen(\omega t \pm \phi_4)$ [A]	$I_4 = Im \angle (\pm \phi_4 - 90^\circ)$ [A]
Ejemplo "a" voltajes senoidales	Ejemplo "a" equivalente a fasor
$v_{a1}(t) = 170 * \cos(377t + 0)$ [V]	$V_{a1} = 170 \angle (0)$ [V] ≈ 170 [V]
$v_{a2}(t) = 18 * \sen(250t + 412)$ [V]	$V_{a2} = 18 \angle (+412 - 90) \approx 18 \angle (322)$ [V]
Ejemplo "b" corrientes senoidales	Ejemplo "b" equivalente a fasor
$i_{b1}(t) = 6 * \cos(50t - 40)$ [A]	$I_{b1} = 6 \angle (-40)$ [Amperios]
$i_{b2}(t) = 4 * \sen(20t + 10)$ [A]	$I_{b2} = 4 \angle (+10 - 90) \approx 4 \angle (-80)$ [A]

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

En la figura 3 se ha graficado una señal de voltaje alterno de tipo sinusoidal, la función seno es evidente por la forma gráfica de la señal ya sea de voltaje o corriente, el Voltaje máximo (Vm) es un valor que se puede observar con una escala adecuada en el eje vertical con unidades de voltios, la frecuencia angular (ω) en palabras sencillas indica la velocidad de barrido de ángulos totales de esta

señal por segundo, o si es una onda de baja/alta frecuencia, pero antes se debe hablar del período o la frecuencia en una señal sinusoidal.

Figura 3. **Señal de voltaje alterno sinusoidal**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Primero se dará un bosquejo para entender cómo se comporta la onda en corriente alterna, posteriormente se tratará lo que es el período o la frecuencia. Si el voltaje es una diferencia de potencial, ¿cómo se podría aproximar ésta en una forma de onda alterna? para entender hay que definir el voltaje de pico y el voltaje eficaz (RMS) de una señal sinusoidal de voltaje.

2.1.5. **Voltaje pico**

Una señal sinusoidal de voltaje tiene una frecuencia y una amplitud o valor máximo (en voltios) que se conoce frecuentemente como voltaje pico o sea el

valor máximo al que la onda puede llegar desde un punto de referencia, por ejemplo, del eje horizontal hacia el valor positivo de voltaje hay que tomar en cuenta que este voltaje pico, no es el voltaje eficaz (RMS) que miden regularmente multímetros digitales.

2.1.6. Voltaje eficaz (RMS)

Los valores eficaces de voltajes y corrientes alternas equivalen a los voltajes o corrientes continuas que darían lugar a la misma potencia, por ejemplo, si se conecta una resistencia a 50 voltios de corriente directa (DC) tendremos cierta potencia, para tratar de igualar esta potencia con corriente alterna la resistencia se tendría que conectar a una fuente alterna de 50 voltios eficaces (RMS), para encontrar este valor eficaz (RMS) en una señal sinusoidal emplearemos la siguiente expresión matemática:

$$V_{ef} (\text{sinusoidal}) = \sqrt{\frac{1}{T} * \int_0^T f(t)^2 dt} \quad [V]$$

Si se reemplaza en $f(t)$ una señal sinusoidal de voltaje $v(t) = V_{pico} * \cos(\omega t)$, se llegará a la expresión del voltaje eficaz como:

$$V_{ef} = \frac{V_{pico}}{\sqrt{2}} \quad [V]$$

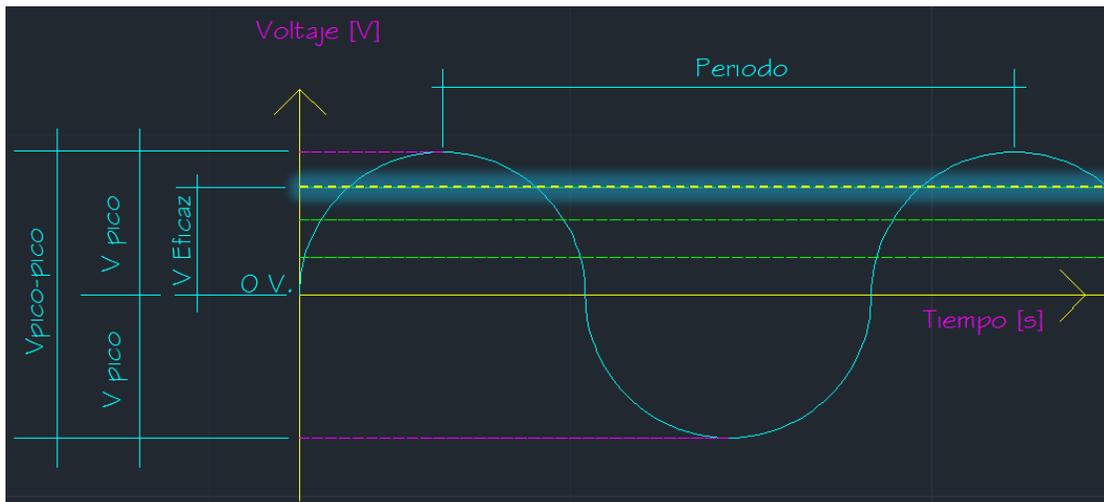
Por ejemplo, ¿Cuál será el voltaje eficaz (RMS)? Si se tiene una onda de voltaje alterno con un voltaje pico de 170 voltios.

Sustituyendo este valor en la ecuación queda:

$$V_{ef} = \frac{170 \text{ [V]}}{\sqrt{2}} = 120,20 \text{ [V]}$$

El valor de voltaje eficaz (RMS) es de 120,20 voltios. Se puede decir entonces que una carga que puede ser una lampara, experimenta un voltaje eficaz de 120 voltios como que fuera constante a lo largo del tiempo, se observa ahora la diferencia de potencial necesaria para que exista corriente, el cable activo(fase) que en este caso tiene aproximadamente un valor de 120 voltios y el cable de bajo potencial con aproximadamente cero voltios (neutro) ver figura 4. Es importante conocer los valores eficaces de corriente o voltaje en corriente alterna puesto que varias expresiones matemáticas útiles que se utilizan en corriente continua, pueden emplearse con estos valores eficaces en corriente alterna, verbigracia, ley de Ohm, Watt, entre otros.

Figura 4. **Voltaje eficaz aproximación gráfica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Se procede con el periodo y la frecuencia, otros dos factores importantes en la onda de voltaje sinusoidal.

2.1.7. Período

El tiempo requerido para producir un ciclo completo de una forma de onda o señal sinusoidal, en palabras sencillas, el tiempo que dura un ciclo, hay una expresión matemática para calcular el periodo de una onda o señal periódica conociendo la frecuencia puesto que el periodo es el inverso de la frecuencia.

$$T = \frac{1}{f} \quad [\text{s}]$$

Donde:

T = período [s]

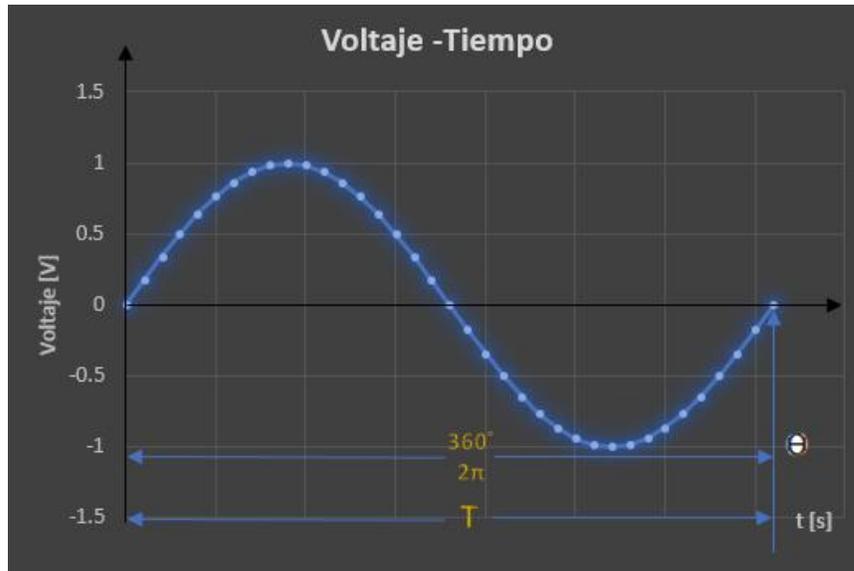
f = frecuencia [Hz]

En una gráfica (voltaje vs tiempo) se indica el tiempo en lugar del ángulo de giro (Θ). Esto se debe a que cuando se recorre una circunferencia completa (360° , o sea 2π) transcurre un tiempo equivalente a un periodo.

$$360^\circ \sim 1T.$$

$$2\pi \sim 1T.$$

Figura 5. **Gráfica de un ciclo (voltaje)**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Por ejemplo ¿Cuál será el período de una señal sinusoidal O con frecuencia de 60 Hertz?

Datos:

Frecuencia = 60 Hz

Sustituyendo en expresión del período

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} = 0,016 \text{ s.}$$

Respuesta: el período de la señal O es de 0,016 segundos, por ejemplo, para una onda sinusoidal esto quiere decir que la onda estará la mitad de este tiempo (0,008 s.) en un valor positivo y la otra mitad en un valor negativo.

2.1.8. Frecuencia

La frecuencia en una señal sinusoidal en palabras sencillas expresa el número de ciclos transcurridos en un segundo. En unidades del Sistema Internacional (SI), se mide en Hertzios (Hz), llamados así por el físico alemán Heinrich Rudolf Hertz.

Por ejemplo, una señal sinusoidal con frecuencia de 6 hercios realizará 6 ciclos/vueltas durante un segundo, entre más ciclos realice la señal en un segundo será de mayor frecuencia.

En Guatemala, la energía eléctrica del hogar frecuentemente se basa en una fuente de corriente alterna monofásica de 120 voltios eficaces. La potencia medida en un tomacorriente de pared en una casa de Guatemala producirá ondas sinusoidales que oscilan entre 170 y -170 voltios, con la medición del voltaje de verdadero valor eficaz de 120 voltios. La frecuencia de oscilación será de 60 ciclos por segundo o 60 [Hz]. Hay que entender que existen otros valores ya sea de frecuencia o de voltaje, en tomas de corriente que depende del tipo de servicio de la vivienda o industria otros países manejan 127 voltios, 230 voltios, 240 voltios, entre otros.

Se había mencionado algunos elementos eléctricos que conformaban un circuito eléctrico básico se procederá a dar algunos conceptos importantes.

2.1.9. Fuente de voltaje alterno

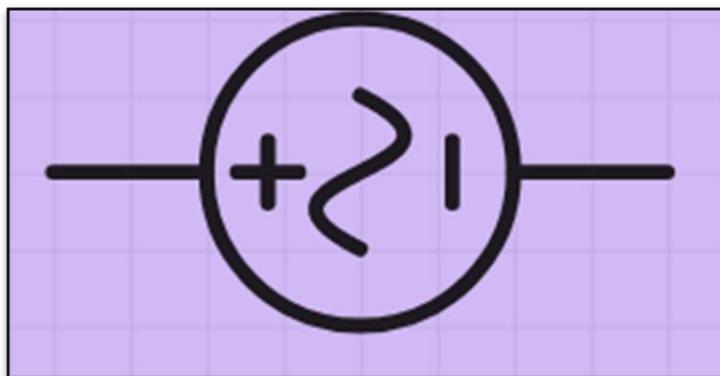
Es importante comprender la comparativa del voltaje (diferencia potencial) de dos cables puesto que por ejemplo en nuestra habitación podríamos contar con un tomacorriente, diremos por comodidad de términos que el tomacorriente

es una fuente de voltaje alterno, pero sabiendo que el tomacorriente simplemente traslada el voltaje alterno que se transformó en el centro de transformación cercano o transformador de la empresa que nos presta el servicio de energía eléctrica, el tomacorriente es una pieza física en algunos otros lugares es conocido como contacto eléctrico y no se debe confundir con el término contacto físico que también se emplea en electricidad.

En circuitos de corriente alterna la fuente de voltaje alterna está presente y es como la fuerza que hace que la corriente eléctrica viaje para hacer funcionar una carga, verbigracia, una lampara.

Si se observa la figura 6, el símbolo electrónico de la fuente parece una onda, esto quiere decir que es una fuente de voltaje alterno. Se observa que tiene dos cables uno de ellos con el símbolo positivo y no es más que el cable activo (en CA se le conoce como fase), el otro cable tiene el signo negativo este es el cable con aproximadamente cero voltios (en CA se le conoce como neutro).

Figura 6. **Símbolo de fuente de voltaje**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

2.1.10. Carga (electricidad)

Se les conoce así a algunos componentes de un circuito como una resistencia eléctrica, un motor, equipo electrónico, entre otros. dependiendo de sus propiedades puede oponerse al paso de la corriente eléctrica por lo que al conectarse a una fuente de voltaje se convierte en consumidor de energía eléctrica.

En palabras sencillas es el componente que aprovecha la corriente eléctrica para realizar algún trabajo, por ejemplo, una lampara para iluminar cierta área.

2.1.10.1. Cómo se comporta una resistencia en corriente alterna

El termino impedancia se utiliza frecuentemente en circuitos de corriente alterna (CA) resistencias, inductores o capacitores presentan oposición al flujo de corriente en este tipo de CA. Que está en función de su valor y depende de la frecuencia del circuito.

Una resistencia en corriente alterna se comporta como una impedancia y esto se da porque la impedancia es la oposición a la corriente alterna. En palabras sencillas, la oposición al flujo de corriente en un circuito de corriente directa le llamaremos resistencia, por otra parte, la oposición al flujo de corriente en un circuito de corriente alterna le llamaremos impedancia.

La impedancia se expresa así:

$$Z = R + jX \quad [\Omega]$$

Donde:

Z= impedancia [ohmios]

R= parte Real resistiva [Ω]

jX= parte imaginaria inductiva o capacitiva [Ω]

La resistencia eléctrica no presenta parte imaginaria por lo tanto quedaría:

$$Z = R + 0$$

$$Z = R$$

Como se observa la impedancia que presentaría una resistencia de 100 ohmios por ejemplo sería:

$$Z = R + jX$$

$$Z = 100 + 0$$

$$Z = 100 \text{ ohmios}$$

Esto quiere decir que una resistencia de 100 ohmios presenta una impedancia de 100 ohmios.

2.1.11. Fusible

Es un dispositivo eléctrico de protección de un circuito, está compuesto por un filamento o lamina de metal que interrumpe o se corta cuando se calienta a una temperatura específica, hay un fenómeno de la corriente eléctrica que se le conoce como sobrecarga, esto quiere decir que por algún motivo, por ejemplo,

se colocan demasiados dispositivos de gran potencia a un mismo punto o en un mismo momento, empalmes en mal estado, hacen que la corriente aumente su valor y esto hace que el fusible llegue a más temperatura, si la temperatura sobrepasa la temperatura específica del filamento, este se rompe e interrumpe así el paso de la corriente, este corte de fusible sería un ventaja porque los valores elevados de corriente podrían ocasionar accidentes en los conductores o equipos presentes en el circuito, incluso fuera del circuito en caso de incendio.

Figura 7. **Fusible**



Fuente: AliExpress. *Núcleo tubo de seguros f.*

<https://es.aliexpress.com/item/32828328001.html>. Consulta: enero de 2021.

2.1.11.1. Cálculo de intensidad de corriente por Ley de Ohm

Indica que la corriente eléctrica que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada e inversamente proporcional a la resistencia de este.

Hay varias formas de calcular un fusible para cierto circuito, se tratarán de manera superficial dos, teniendo en cuenta que uno de los valores importante para el fusible es la intensidad de corriente (o corriente se le resumirá con este término en este trabajo).

Cuando se conoce el valor de la resistencia de la carga y el voltaje al que funciona, se podría utilizar la expresión matemática de la ley de ohm para calcular la corriente.

La ley de ohm de forma matemática:

$$I = \frac{V}{R} \text{ [A]}$$

$$R = \frac{V}{I} \text{ [\Omega]}$$

$$V = I * R \text{ [V]}$$

Donde:

V = voltaje [V]

I = corriente [A]

R = resistencia [\Omega]

Ley de ohm equivalente en CA.

$$I = \frac{V}{Z} \text{ [A]}$$

Donde:

V = voltaje [V]

I = corriente [A]

Z = impedancia [Ω]

Por ejemplo, a) ¿Cuál es la intensidad de corriente que circula en un circuito ideal que tiene una sola resistencia de 175 ohmios en serie y una fuente de voltaje alterno de 120 voltios eficaces, b) elija un fusible aproximado para este circuito?

Datos:

V = 120 voltios eficaces

Como la impedancia es igual a la resistencia, en una resistencia eléctrica en CA, $Z = R = 175$ ohmios, $I = ?$

Utilizando la expresión equivalente de la ley de ohm en CA.

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{120 \text{ V}}{175 \Omega} = 0,68571 \text{ amperios.}$$

Resultado a): la corriente que circula en el circuito es 0,685 o 685,71 mA (miliamperios en notación de ingeniería).

Nota: puede emplearse la ley de ohm que se utiliza en corriente continua porque el valor de la tensión es eficaz, aunque no haremos la deducción de la ley de ohm de corriente continua a corriente alterna, se dice que se emplea la misma ley en ambas corrientes de manera aproximada, si se cuenta con valores eficaces de corriente y voltaje, la impedancia en una resistencia pura se aproxima a la

resistencia, por eso en el ejemplo anterior se colocó de impedancia el mismo valor de la resistencia, pero con cargas inductivas o capacitivas o una combinación de estas debemos de tratar la impedancia con más cuidado.

2.1.11.2. Precaución a la hora de decidir un fusible

Con base en este valor de corriente se puede calcular el valor del fusible, hay muchos que concuerdan que este valor del fusible no debe ser igual a la corriente que circula en el circuito, puesto que cualquier variación de este valor interrumpiría el fusible y por ende el circuito no funcionaría, se debe sobredimensionar el valor del fusible, ósea se debe seleccionar el valor que puede ir desde un 15 %, 25 %, 40 % hasta un 50 % más del valor de corriente calculada, este valor de sobredimensionamiento de fusibles o en un futuro de protecciones es de vital importancia por lo que se sugiere encomendar estos cálculos al diseñador del proyecto o profesional experto en el tema, debido a que hay cargas muy sensibles, un valor de sobredimensionamiento erróneo del fusible podría ocasionar perdidas graves en los equipos.

Posibles sobredimensionamientos de la corriente encontrada anteriormente
 $I = 0,685$ amperios:

Sobredimensionamiento 15 %, 25 %, 40 % y 50 %.

- $0,685 \text{ [A]} * 1,15 = 0,7889 \text{ [A]}$
- $0,685 \text{ [A]} * 1,25 = 0,8575 \text{ [A]}$
- $0,685 \text{ [A]} * 1,40 = 0,9604 \text{ [A]}$
- $0,685 \text{ [A]} * 1,50 = 1,029 \text{ [A]}$

Respuesta b) = el fusible que se va a elegir para este circuito será de 1 amperio debido a que la resistencia eléctrica para efectos de ejemplo sencillo es ideal y porque sería el fusible comercial encontrado, sin olvidar que este cálculo debe de tratarse con mejor cuidado cuando los requerimientos de proyecto sean más rigurosos.

2.1.11.3. Cálculo de la intensidad de corriente eléctrica por la Ley de Watt

Como Ley de Watt o Ley de la Potencia Eléctrica, sostiene que la potencia eléctrica es directamente proporcional al voltaje de un circuito y a la intensidad que circula por este.

La expresión matemática de la Ley de Watt:

$$P = V * I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$V = \frac{P}{I}$$

Donde:

P = potencia en Watt [W]

V = voltaje [V]

I = corriente [A]

Se podría decir que esta ley de Watt de corriente continua a corriente alterna se aproxima a la misma expresión matemática si se cuenta con valores eficaces de corriente y voltaje, En corriente alterna una de las potencias semejante sería la potencia activa (P), también depende del factor de potencia, pero si asumimos que el factor de potencia (F.p) es ideal e igual a 1 quedará esta expresión como el producto del voltaje por la intensidad.

$$P = V * I * (F.p)$$

$$P = V * I * 1 = V * I \quad [W]$$

Si se proporciona el dato de la potencia eléctrica de una carga, se podría utilizar la expresión matemática de la Ley de Watt para calcular de manera aproximada la intensidad de corriente de esta carga.

Por ejemplo, en un circuito básico de corriente alterna de una lámpara de 100 Watts y un voltaje alterno de 120 voltios eficaces, con un factor de potencia de 1. ¿Cuál será la intensidad de corriente?

Datos:

$$V = 120 \text{ Voltios (RMS)}$$

$$P = 100 \text{ Watts}$$

$$F.p = 1.$$

$$I = ?$$

Utilizando la expresión de corriente de la Ley de *Watt*

$$I = \frac{P}{V} = \frac{100 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 0,833 \text{ amperios.}$$

Resultado: el valor de corriente eléctrica que circulará en este circuito será de 0,833 amperios = $833 * 10^{-3} \text{ A} = 833 \text{ mA}$ (en notación de ingeniería), en la practica 3 se dará alguna recomendación para un circuito de lámparas.

2.1.12. Interruptor

Un circuito eléctrico puede tener la posibilidad de ser controlado de cuando accionar o no, el dispositivo creado para esto es el interruptor eléctrico conocido en inglés como *switch* este se encarga de conducir o interrumpir regularmente el cable activo, debido a su constitución física puede quedarse en por lo menos dos estados, por ser un interruptor los estados los conserva de forma permanente, esto quiere decir que si se acciona (estado activo) dejara fluir la corriente de forma permanente al circuito, y se desactiva (estado inactivo) el circuito no funcionara porque el paso de la corriente eléctrica fue interrumpido así quedara hasta que se haga el cambio de estado del mismo. El interruptor tiene cierta capacidad máxima de corriente definida por su fabricante que puede conducir sin estropearse por eso no se emplea, verbigracia, para accionar un motor de mediana potencia sin dispositivos de por medio como lo es un contactor, relé de potencia.

Figura 8. **Interruptor**



Fuente. Celasa. *Emplacado*. <https://celasa.com.gt>. Consulta: 3 de enero de 2021.

2.1.13. Multímetro digital

Un multímetro digital es una herramienta de prueba usada para medir dos o más magnitudes eléctricas, principalmente voltaje (V), intensidad de corriente (A) y resistencia (Ω). Es una excelente herramienta de diagnóstico estándar para técnicos eléctricos.

Hace tiempo que los multímetros digitales suplantaron a los medidores analógicos de aguja debido a su fiabilidad y capacidad para medir con gran precisión. Aunque el principio de su funcionamiento se mantiene en el uso de un galvanómetro que se encarga de medir la corriente eléctrica de mínimas intensidades. Este mecanismo consta en el giro de una bobina posicionada entre polos de un imán potente cuando circula una corriente eléctrica.

Los multímetros digitales frecuentemente combinan medidores unifuncionales: el voltímetro (para medir voltios), amperímetro (para medir amperios) y ohmímetro (para medir ohmios). A menudo, tienen varias características adicionales avanzadas. Por lo tanto, los técnicos deben seleccionar el modelo más conveniente dependiendo del proyecto o tarea a realizar.

Figura 9. **Multímetro digital**



Fuente: Fluke. *¿Qué es un multímetro digital?* <https://www.fluke.com/es-mx/informacion/blog/electrica/que-es-un-multimetro-digital>. Consulta: enero de 2021.

Como se observa la figura 9 el frente de un multímetro digital normalmente incluye cuatro componentes:

- Pantalla digital: medio visible para lecturas o mediciones del instrumento.
- Botones: seleccionan varias funciones; hay infinidad de modelos y estos pueden variar según fabricante.
- Selector giratorio (conmutador): secciona los valores de medición primarios (voltios, amperios, ohmios, entre otros).
- Conectores de entrada: donde se insertan los cables de prueba.

Las puntas de prueba el medio conductor desde el material sometido a prueba hasta el instrumento, son cables aislados suaves (rojo dedicado a el positivo, negro dedicado a el negativo) estos se conectan en el multímetro.

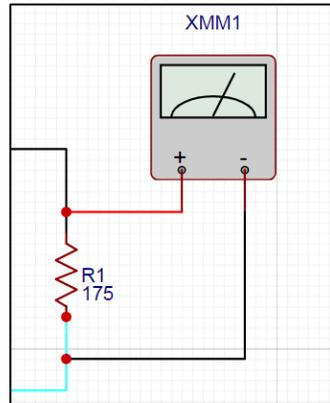
Para describir la resolución de un multímetro digital, se utilizan cuentas de unidades y dígitos; cuán bien puede tomar una medida un medidor. El usuario puede verificar si es posible ver un pequeño cambio en una magnitud medida conociendo la resolución de un multímetro.

Por ejemplo: un multímetro tiene una resolución de 1 milivoltio en el rango de 3 V, es posible ver un cambio de 1 milivoltio ($1/1\ 000$ de un voltio) al leer 1 voltio.

2.1.13.1. Multímetro en función de voltímetro

Un voltímetro es un instrumento que sirve para medir el voltaje (tensión eléctrica) entre dos puntos de un circuito o componente eléctrico. Es importante efectuar la medida de voltaje en paralelo, esto se debe a que al colocarse en paralelo la diferencia de potencial que experimenta el voltímetro es la misma que experimenta el componente al que se le desea medir la diferencia de potencial.

Figura 10. **Multímetro en paralelo a la carga**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

En la figura 10 se muestra cómo se debe colocar el multímetro en paralelo a la carga (resistencia) para tomar la medición de voltaje.

Algunas recomendaciones virtuales o posibles reales importantes de recordar.

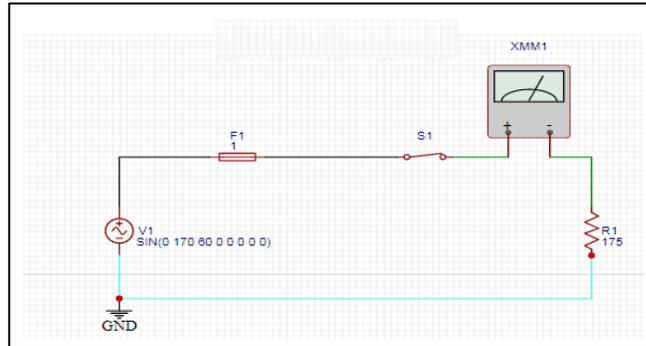
- Cuidado del voltímetro.
 - No debe conectar el voltímetro en serie en el circuito.
 - En el momento de tomar la medida, asegúrese que la perilla indicadora del multímetro, este en la posición para medir voltaje y se debe considerar si es voltaje alterno o directo.
 - Asegúrese que la perilla indicadora este colocada en el rango apropiado del voltaje que se desea medir.

- Si el voltaje a medir se desconoce, se recomienda comenzar en el rango más alto, por ejemplo, algunos multímetros manejan 750 voltios como escala máxima, hay que mencionar que este valor depende de la calidad del instrumento, de no ser apreciable la lectura, disminuya el rango, hasta obtener una lectura apropiada a ser medida.
- Debe tener cuidado en la escala debido a que si se coloca una escala pequeña y la medición es mucho mayor que ésta, puede quemar el fusible debido a la alta medición o probablemente dañar el equipo.

2.1.13.2. Multímetro en función de amperímetro

El multímetro también puede funcionar como amperímetro que sirve para medir la corriente que pasa a través del circuito en un punto dado, para efectuar la medida de la corriente el amperímetro se debe colocar en serie en el punto o carga donde se desea medir la corriente, esto se debe a que al colocarse en serie la corriente que pasa por el amperímetro es la misma que pasa por ese punto o componente del circuito.

Figura 11. **Multímetro en serie a la carga**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Algunas recomendaciones virtuales o posibles reales importantes de recordar.

- Cuidado del amperímetro.
 - No debe conectar el amperímetro en paralelo al circuito.
 - Al realizar la medida, verifique que la perilla indicadora del multímetro, este en la posición para medir corriente. Se debe considerar si es corriente directa o corriente alterna.
 - Verifique que la perilla indicadora este colocada en el rango apropiado de corriente que se desea medir.
 - Si la corriente a medir se desconoce, se recomienda comenzar en el rango más alto su instrumento, de no ser apreciable la lectura, disminuya el rango, hasta obtener una lectura apropiada a ser medida.

- Debe tener cuidado en la escala debido a que si usted coloca una escala pequeña y la medición es mucho mayor que ésta, puede quemar el fusible debido a la alta medición o probablemente el instrumento se dañe.

2.2. Marco teórico Laboratorio 2

Se describen, a continuación, los conceptos teóricos correspondientes a la práctica 2 de laboratorio.

En esta práctica de laboratorio se pretende conceptualizar como viaja la energía eléctrica desde la generación, transmisión, hasta la distribución de energía eléctrica en Guatemala. Se tratarán los transformadores por ser elementos importantes en este proceso y se pretende la comprensión del funcionamiento básico de transformadores monofásicos con una simulación de transformador en un software propuesto EasyEDA.

2.2.1. Transformador eléctrico

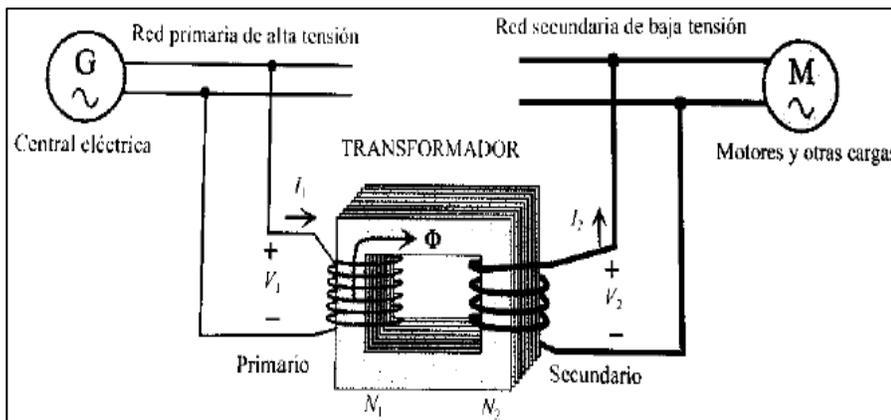
Es una maquina eléctrica estática de corriente alterna que permite variar el voltaje y por ende la corriente eléctrica, pero con la ventaja de que la potencia o la frecuencia se mantienen aproximadamente constante.

2.2.1.1. Principio físico del transformador

La ley cuantifica la relación entre un campo magnético cambiante en el tiempo y el campo eléctrico creado por estos cambios. Un transformador hace uso de este principio la inducción magnética, cuando se aplica un voltaje alterno en el bobinado primario de un transformador la corriente que esta fuente le provee

genera un campo magnético variable, este campo magnético puede inducir una corriente en un conductor, por este motivo el voltaje inducido que aparece en el secundario de un transformador es inducción del campo magnético variable que se genera en el primario de este, con dirección contraria por La ley de Lenz también dependiendo de la relación de vueltas así será este valor de voltaje inducido puede ser mayor o menor al voltaje que lo generó .

Figura 12. **Partes del transformador eléctrico monofásico**



Fuente: MORA, Jesús. *Máquinas eléctricas*. p.164.

Como se muestra en la figura 12 el transformador eléctrico en su forma más sencilla se forma de dos bobinas y un núcleo.

- Bobina eléctrica: es un cable eléctrico enrollado en forma de hélice y está hecho de algún material conductor por ejemplo cobre cuenta con un aislante para evitar que las vueltas de la bobina fallen entre sí.
- Bobina primaria: esta bobina es la que se encarga de recibir el voltaje en sus terminales, como la bobina es un cable eléctrico por la diferencia

potencial de este voltaje fluirá una corriente eléctrica que generará un campo magnético (imán) variable en el tiempo como sucedió en el experimento de Oersted, él llegó a la conclusión de que una corriente eléctrica crea a su alrededor un campo magnético.

- Bobina secundaria: el voltaje que aparece en sus terminales es el inducido por la bobina primaria, se consiguió producir una corriente eléctrica a partir de una acción magnética, fenómeno conocido como inducción electromagnética, La ley de Lenz nos dice la dirección en que fluye la corriente inducida y establece que la dirección siempre es tal que se opone al cambio de flujo que la produce.
- Núcleo: es el centro de este componente eléctrico conocido como circuito magnético está hecho de chapas apiladas delgadas (material ferromagnético) que hace que mejore el campo magnético inducido por el primario, a veces hay calentamientos en los núcleos por eso hay tipos de enfriamientos específicos dependiendo de cada transformador y su fabricante. El núcleo puede ser de dos columnas o de tres.

2.2.2. Tipos de transformadores

Existen diferentes tipos de transformadores que se clasifican de acuerdo con su funcionalidad (de potencia, comunicaciones, de medida), por sus aplicaciones (reductor de voltaje, elevador de voltaje, entre otros).

2.2.2.1. Monofásicos

Frecuentemente los transformadores monofásicos son empleados para suministrar energía eléctrica para cargas residenciales, industriales, entre otras.

Existen dos tipos de transformadores monofásicos, los convencionales y autoprotegidos, particularmente se diferencian por las protecciones de estos transformadores.

Los transformadores monofásicos convencionales son comúnmente usados para formar un banco trifásico o conexiones en paralelo, normalmente no llevan protección en la bobina primaria y secundaria, es por tal razón que para su instalación es necesario hacer el montaje de protección para rayos (pararrayo) también protección para calentamientos (fusible).

Los transformadores monofásicos autoprotegidos tienen incorporado el pararrayo, fusible y un disyuntor, debido a que ya incluyen estas protecciones es uno de los más utilizados. se utilizan para cargas monofásicas, estos no se utilizan para formar un banco trifásico como los convencionales.

Figura 13. **Transformador autoprotegido y convencional**



Fuente: Relsamex. *Transformadores monofásicos autoprotegidos.*

<http://www.transformadorescdm.com/productos/transformadores/monofasicos-autoprotegidos.html>. Consulta: enero de 2021.

2.2.2.1.1. Relación de transformación en un transformador monofásico

Para llegar a una expresión aproximada de la relación de transformación de un transformador monofásico, es necesario expresar las tensiones con relación a los principios de Faraday, entonces asumiendo que los conductores son ideales ósea no oponen resistencia $R=0$, y que no hay flujo de dispersión en el núcleo, quedaría:

Se debe recordar que al mover un imán permanente dentro de una bobina y este varía el flujo dentro de la bobina, una variación del flujo en un determinado tiempo implica, que en la bobina aparecerá una tensión. El valor de la tensión depende de la rapidez con la que varía el flujo y del número de espiras. La ley de Faraday es, sin tener en cuenta el sentido de la tensión:

$$U_{ind} = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Entonces la Fem sin tener en cuenta el sentido o signo de la tensión en el primario con N_1 (número de espiras en el primario):

$$e_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

Se procede con la Fem en el secundario con N_2 (número de espiras en el secundario):

$$e_2 = N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

Relación entre e1 y e2:

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1 \frac{d\phi}{dt}}{N_2 \frac{d\phi}{dt}} = \frac{N_1}{N_2}$$

Como se está asumiendo que es un transformador ideal, la e1 es igual a la tensión V1 o tensión de primario, al igual que la e2= V2.

$$e_1 = V_1 \quad , \quad e_2 = V_2$$

Se puede llegar a la expresión de la relación de transformación de las espiras del primario (N1) y secundario (N2), también la relación de transformación con el voltaje primario (V1) con el voltaje secundario (V2):

$$\frac{N_1}{N_2} = \alpha = \frac{V_1}{V_2}$$

La constante/relación de transformación determina la proporción con la cual se reduce o eleva el voltaje secundario respecto a el voltaje primario.

- Aunque suele identificarse de diferente manera dependiendo de los autores en este trabajo se identificará con la letra griega alfa α .
- En un transformador monofásico, entonces se puede igualar ambas relaciones encontradas anteriormente para solventar algún ejercicio que regularmente provee algunos datos conocidos.

$$\alpha = \frac{V_1}{V_2} \quad , \quad \alpha = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{igualando ambas} \rightarrow \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Donde:

$V_1 = V_p$: Voltaje del lado primario

$V_2 = V_s$: Voltaje del lado secundario

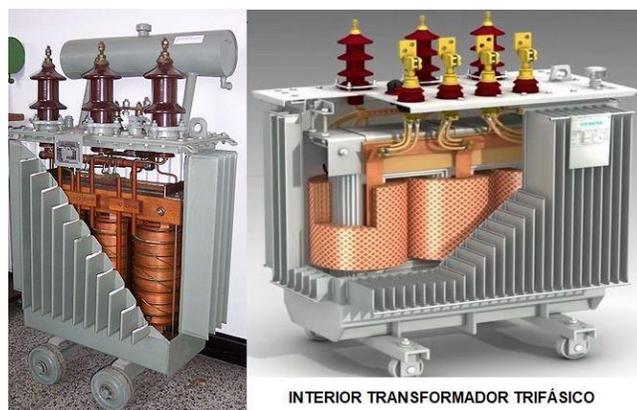
$N_1 = N_p$: Número de vueltas de la bobina primaria

$N_2 = N_s$: Número de vueltas de la bobina secundaria

2.2.2.2. Trifásicos

Está formado por un conjunto de tres bobinas para el primario del transformador y otras tres para el secundario del transformador. En cada columna del núcleo tenemos el bobinado del secundario, frecuentemente junto a la chapa de la columna encima de este bobinado, enrollado sobre el pero separados por un aislante el bobinado del primario, pero ambos bobinados sobre la misma columna.

Figura 14. Interior de un transformador trifásico



Fuente: Área tecnológica. *Interior de transformador trifásico.*

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/imagenes/interior-transformador.jpg>. Consulta: enero de 2021.

En la figura 14 se muestra que todas las bobinas están montadas sobre un mismo núcleo o banco de chapas magnéticas, pero en tres columnas diferentes.

Los transformadores trifásicos son los más usados en la red o sistema eléctrico de energía eléctrica ya sea en transporte o distribución de esta. Este tipo de transformadores se construyen frecuentemente para potencias elevadas, existen varias configuraciones para su conexión delta-delta, estrella-estrella, delta-estrella, estrella-delta, entre otros. sin embargo, por el motivo de este laboratorio se mencionarán únicamente en la configuración de estrella-estrella y delta-delta.

Figura 15. **Transformador trifásico real**



Fuente: Cafenix. *Trifásico*. <https://i0.wp.com/www.ingmecafenix.com/wp-content/uploads/2018/02/trifasico.png>. Consulta: enero de 2021.

2.2.2.2.1. Conexión de transformadores

A continuación, se presentan algunas conexiones encontradas en la red de distribución de EEGSA.

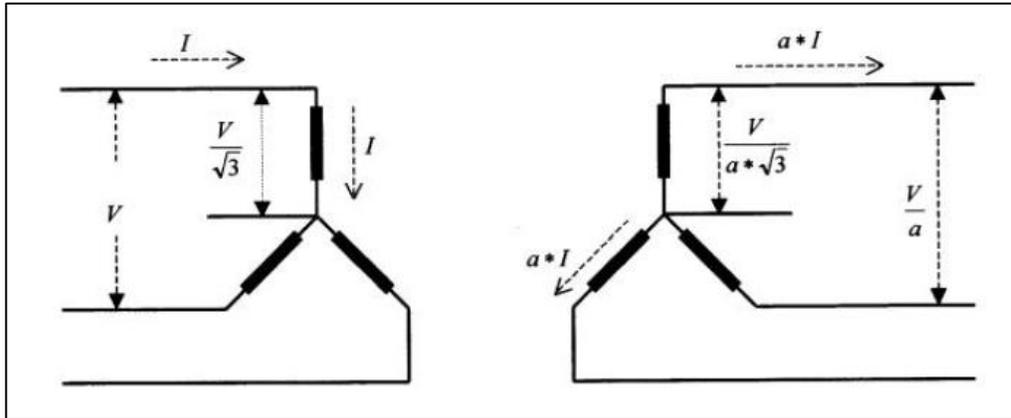
2.2.2.2.2. Estrella (Y-Y)

La conexión Y – Y, se detalla a continuación:

Según Chapman (1990):

La conexión Y – Y, de transformadores trifásicos de distribución normalmente es usado para alimentar cargas trifásicas balanceadas relativamente pequeñas. En una conexión Y – Y, el voltaje primario en cada fase del transformador se da por $V_{\phi p} = \frac{V_{Lp}}{\sqrt{3}}$. Como el voltaje primario y secundario están conectados en estrella, la relación de transformación depende del número de espiras de las bobinas. La tensión de fase en el secundario está relacionada con la tensión de línea en el secundario por $V_{Ls} = \sqrt{3} * V_{\phi p}$. Por consiguiente, la relación de voltaje general en el transformador es: $\frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} = \frac{\sqrt{3} * V_{\phi p}}{\sqrt{3} * V_{\phi s}} = a$.

Figura 16. Diagrama de conexión de transformadores trifásicos $Y - Y$



Fuente: Transformadores trifásicos. *Conexión estrella estrella (YY)*. <http://patricioconcha.ubb.cl/410113/accionamientos/razon%20trifa.htm>. Consulta: enero de 2021.

La conexión $Y - Y$, permite disponer del neutro en el devanado primario y secundario, normalmente se usan para cargas pequeñas o moderadas, porque presentan inconvenientes cuando la carga no está equilibrada.

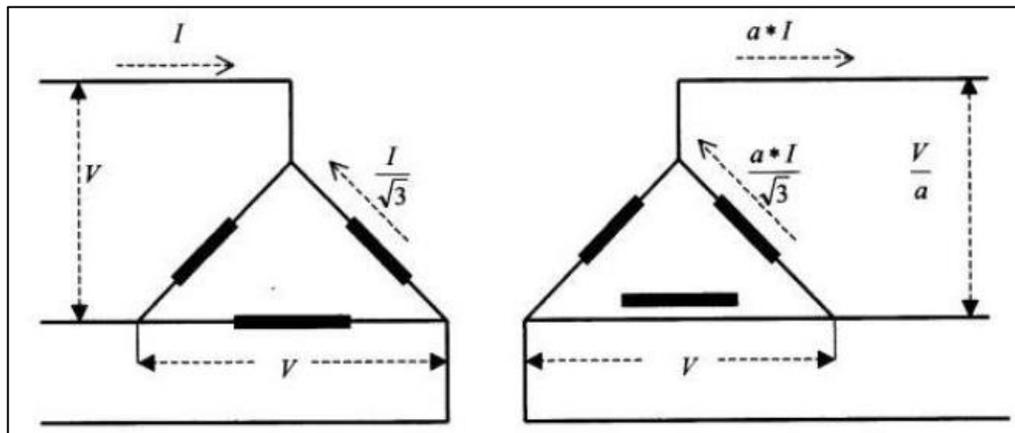
2.2.2.2.3. La conexión $\Delta - \Delta$

La conexión $\Delta - \Delta$, se aprecia en la figura 17, en esta conexión la tensión de línea primario se da por: $V_{Lp} = V_{\phi p}$, el voltaje de línea secundario es $V_{Ls} = V_{\phi s}$. La relación entre los voltajes es:

$$\frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} = \frac{V_{\phi p}}{V_{\phi s}} = a$$

“Tiene la versatilidad de alimentar cargas monofásicas o trifásicas simultáneamente, no genera armónicas y no tiene problemas con alimentar cargas desbalanceadas”⁵.

Figura 17. **Conexión de transformadores trifásicos $\Delta - \Delta$**



Fuente: Transformadores trifásicos. *Conexión delta delta* ($\Delta\Delta$). <http://patricioconcha.ubb.cl/410113/accionamientos/razon%20trifa.htm>. Consulta: enero de 2021.

2.2.2.3. Transformador de distribución

Se observan frecuentemente en los postes cercanos a nuestras viviendas o áreas de trabajo, estos reducen el voltaje de subtransmisión a valores utilizables en zonas de consumo comercial o doméstico, los que tienen capacidad desde 3 KVA y voltajes hasta 34,5 KV. Normalmente se instalan en postes.

⁵ CHAPMAN, Robert. *Complejidad emergente: la prehistoria posterior del sureste de España, Iberia y el Mediterráneo occidental*. p. 97.

Figura 18. **Transformador convencional**



Fuente: Celasa. *Transformadores*. <http://celasa.com.sv/tienda/transformadores/transformador-50kva-762013200v-120240v-convencional/>. Consulta enero de 2021.

2.2.3. Subsector eléctrico de Guatemala

Según el Ministerio de Energía y Minas, en Guatemala, el sector energético lo conforman los subsectores eléctrico e hidrocarburos, de donde el ente rector es el Ministerio de Energía y Minas, MEM.

En lo que concierne al subsector eléctrico, su rectoría está contemplada en la Ley General de Electricidad y su reglamento; este expresa que el MEM es el responsable de la coordinación de las políticas, elaboración de planes de Estado, aplicación de la Ley o cumplimiento de las obligaciones.⁶

Mediante el subsector eléctrico, se lleva el suministro de energía eléctrica en condiciones óptimas de seguridad, precio, excelencia el cual está sustentado en lo siguiente:

⁶ Ministerio de Energía y Minas MEM. *Plan estratégico institucional 2017-2021, Multimanual, 2017-2019 y operativo 2017*. p. 135.

2.2.3.1. La Política Energética

Hecha para el buen progreso del subsector eléctrico, define los objetivos que deberán considerarse en la realización de toda acción institucional, evolutiva o regulatoria del mercado y sistema eléctrico; ya sea esta privada o pública, con la meta de consolidarlo.

2.2.3.2. Marco legal

El subsector eléctrico se encuentra organizado y operante bajo un marco jurídico compuesto por leyes, reglamentos, regulaciones, normas técnicas descritas en el siguiente esquema:

Figura 19. Marco Jurídico Subsector Eléctrico en Guatemala



Fuente: Ministerio de Energía y Minas MEM. *Subsector eléctrico de Guatemala*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-EI%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>. Consulta: 25 de febrero de 2021.

2.2.3.2.1. Ley General de Electricidad

La Ley General de Electricidad fue aprobada por medio del Decreto No. 93-96 del Congreso de la República de Guatemala, fue implementada para el progreso del sistema eléctrico nacional. Esta ley establece los mecanismos que dan seguimiento y guían las actividades del mercado eléctrico, que está conformado por las actividades de generación, comercialización, transporte, distribución también consumo de electricidad.

Figura 20. Ley General de Electricidad

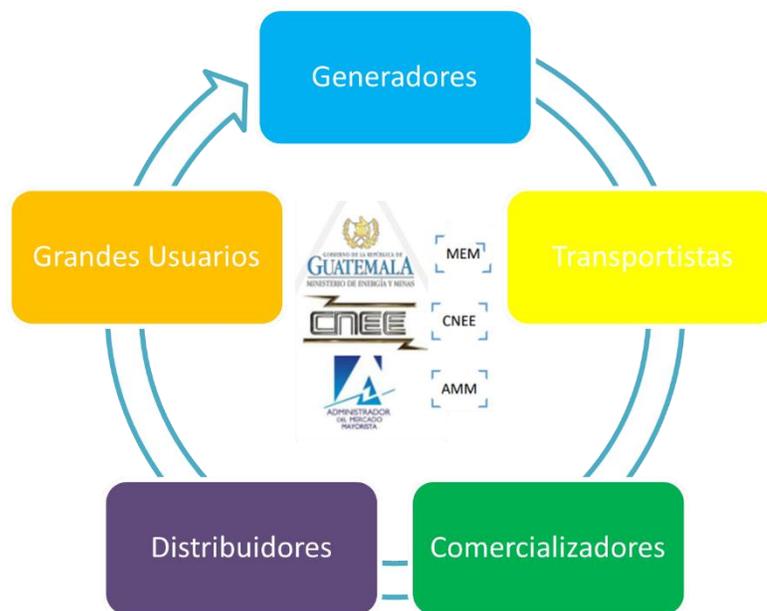


Fuente: Ministerio de Energía y Minas MEM. *Subsector eléctrico de Guatemala*.
<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-EI%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>. Consulta: 25 de febrero de 2021.

2.2.3.3. Marco institucional

La figura 21 expone a los agentes participantes dentro del subsector eléctrico nacional, en la esfera central se presenta al Ministerio de Energía y Minas como ente rector; la Comisión Nacional de Energía Eléctrica como ente regulador; el Administrador del Mercado Mayorista como ente operador, rodeando el marco institucional se encuentran los participantes del mercado mayorista de electricidad.

Figura 21. Agentes participantes en el subsector eléctrico

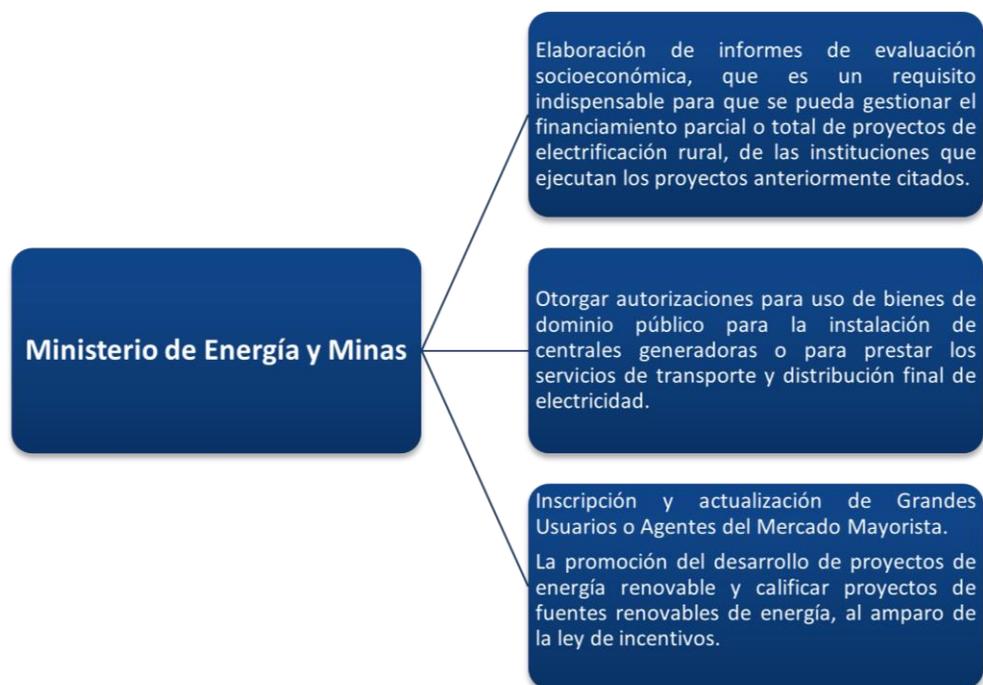


Fuente: Ministerio de Energía y Minas MEM. *Subsector eléctrico de Guatemala*.
<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-EI%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>. Consulta: 25 de febrero de 2021.

2.2.3.3.1. Ministerio de Energía y Minas (MEM)

Pertenece al Estado, es el responsable de aplicar la Ley General de Electricidad y su Reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones, es el ente rector. De igual forma, es el encargado de organizar las políticas, planes de estado relacionados al subsector eléctrico o al subsector de hidrocarburos, también la explotación de los recursos mineros.

Figura 22. Ministerio de Energía y Minas

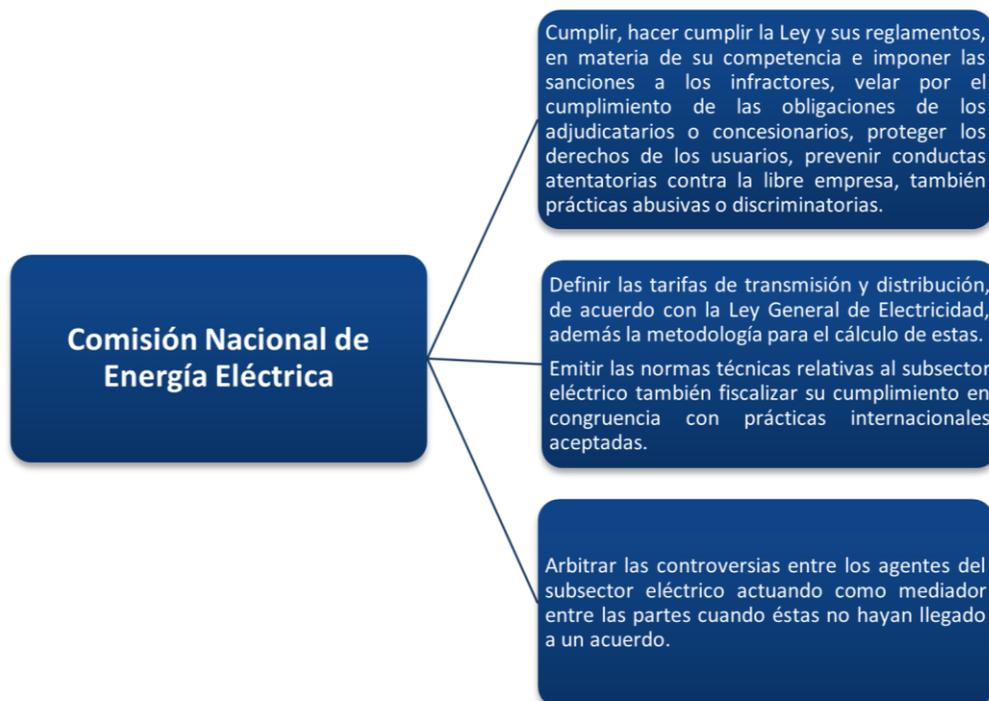


Fuente: Ministerio de Energía y Minas MEM. *Subsector eléctrico de Guatemala*.
<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-EI%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>. Consulta: 25 de febrero de 2021.

2.2.3.3.2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica fue creada por la Ley General de Electricidad, contenida en el Decreto No. 93-96 del Congreso de la República de Guatemala, publicada en el Diario Oficial el 21 de noviembre de 1996, como órgano técnico del Ministerio de Energía y Minas, con independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones también otras funciones descritas en el artículo 4 de la Ley General de Electricidad.

Figura 23. **Comisión Nacional de Energía Eléctrica**

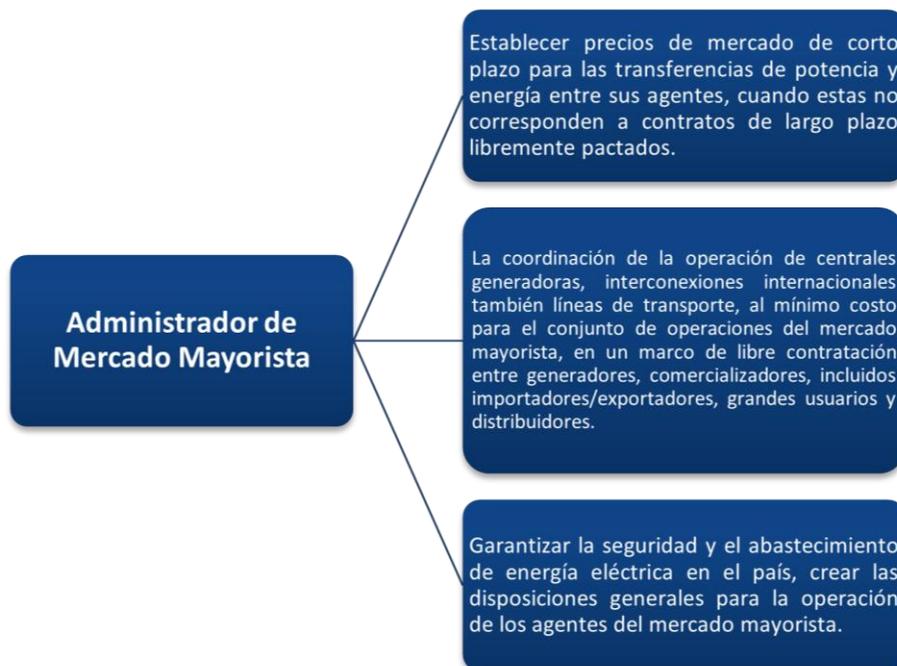


Fuente: Ministerio de Energía y Minas MEM. *Subsector eléctrico de Guatemala*.
<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-EI%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>. Consulta: 25 de febrero de 2021.

2.2.3.3.3. Administrador del Mercado Mayorista (AMM)

El Administrador del Mercado Mayorista es una entidad privada, que dirige y organiza las transacciones entre los participantes del Mercado Mayorista y la operación del Sistema Nacional Interconectado (SIN), sus funciones principales son la coordinación de la operación de centrales generadoras, interconexiones internacionales o líneas de transporte, establece los precios de corto plazo para las transferencias de potencia/energía entre sus agentes.

Figura 24. Administrador de Mercado Mayorista



Fuente: Administración del Mercado Mayorista AMM. *Información estadística preliminar*.
<https://www.amm.org.gt/portal/>. Consulta: 22 de enero de 2021.

2.2.4. Seguridad industrial en Guatemala

En Guatemala se contempla la seguridad industrial en muchos normativos y tratados los cuales contienen las obligaciones mínimas legales exigibles a todos los patronos, dentro de los cuales podemos mencionar:

- Constitución Política de la República de Guatemala.
- Código de Trabajo.
- Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016.
- Reglamento General Sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo IGSS.
- Acuerdo No. 1401 Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Acuerdo Gubernativo 229-2014 (Dicho Acuerdo fue publicado en el Diario Oficial el 8 de agosto 2014) y sus reformas 33-2016 (Dicho Acuerdo fue publicado en el Diario Oficial el 05 de febrero 2016).

Es un reglamento que tiene por objeto regular las condiciones generales de Salud y Seguridad Ocupacional en las cuales los trabajadores en general también patronos deben ejecutar sus labores. En el título VII se encuentra todo lo relacionado a electricidad, en los cuales podemos revisar temas relacionados a:

- Protección contra contactos en las instalaciones y equipos eléctricos.
- Inaccesibilidad a las instalaciones eléctricas.
- Baterías y acumuladores.
- Máquinas de elevación.
- Electricidad estática.
- Motores eléctricos.
- Conductores eléctricos.

- Interruptores y corta circuitos de baja tensión.

2.2.4.1. Recomendaciones, reglas de oro en electricidad

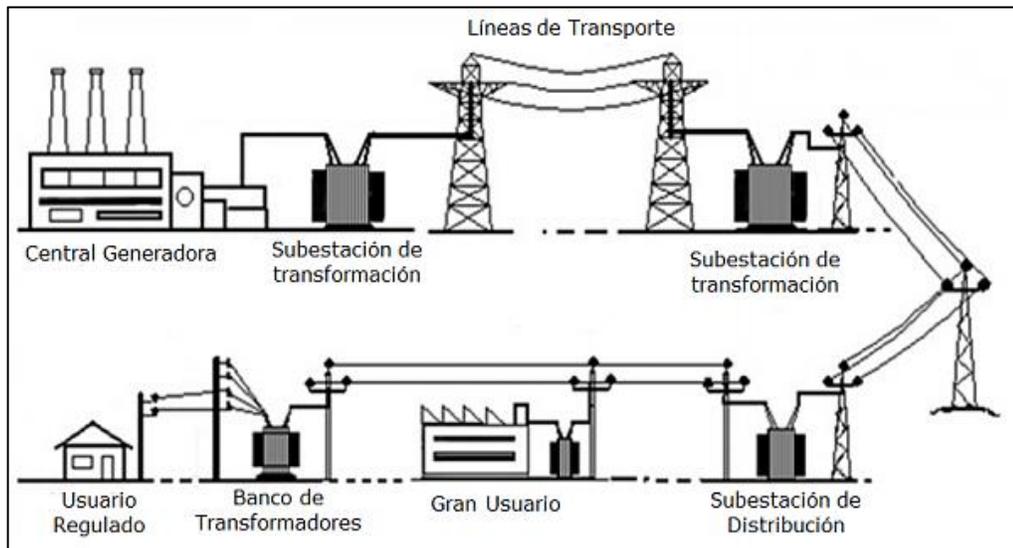
Antes de trabajar en instalaciones eléctricas se debe tomar en cuenta y respetar las normas de seguridad básicas personales o de dispositivos, se recomiendan en el Acuerdo Gubernativo 229-2014, Título VII, en sus artículos 344 y 358, importante tomar en cuenta lo siguiente:

- Desconexión: se abren las protecciones para que no circule corriente por los componentes o circuito que se trabajará, lo ideal es trabajar sin tensión o flujo de corriente.
- Bloqueo: se debe asegurar con un enclavamiento o componente para así evitar que alguien accidentalmente active las protecciones antes desactivadas entre otras.
- Verificación: debe medir con un buscapolo o instrumento la ausencia de tensión en las áreas que se estarán manipulando.
- Aterrizar: puesta a tierra y en corto circuito para direccionar cualquier flujo de corriente anómalo que pueda ocasionar daños.
- Delimitar: señalización o delimitación con sus respectivos materiales y sanas distancias para que se visualice el área donde se está revisando o trabajando.

2.2.5. Sistema eléctrico

Este sistema está conformado por estructuras físicas y organizativas que permite cumplir, de forma cualitativa/cuantitativamente con el suministro de energía eléctrica. Se divide en los sistemas de Generación (oferta de energía eléctrica); Transporte (líneas de transmisión y subestaciones de potencia, que son el medio de transferencia de la energía eléctrica desde los sitios de generación a los consumidores); también Distribución (líneas/subestaciones, que representa el consumo de energía eléctrica).

Figura 25. Sistema eléctrico



Fuente: Ministerio de Energía y Minas. *Subsector eléctrico*. www.mem.gov.gt. Consulta: enero de 2021.

2.2.5.1. Generación

La actividad de generación de energía eléctrica en Guatemala actualmente se desarrolla con empresas privadas y del Estado. Actualmente son agentes del Administrador del Mercado Mayorista algunas de las siguientes empresas se listan también se ordenan por tipo de tecnología, los datos generales o totales por año, informes estadísticos de potencia, capacidad instalada, precio spot, entre otros. Se pueden encontrar en la página web oficial del Administrador de Mercado Mayorista.

Tabla III. Tipos de generación en Guatemala

Tecnología	Algunas generadoras
Hidroeléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Chixoy • Hidro Xacbal • Palo Viejo • Aguacapa • Jurún Marinalá • Renace • Hidro Canada • Las Vacas • El Recreo • Secacao • Los Esclavos • Montecristo • Pasabien • Matanzas
Generador Distribuido Renovable	<ul style="list-style-type: none"> • Hidroeléctrica Santa Elena • Kaplan Chapina • Hidroeléctrica Cueva María 1 Y 2 • Hidroeléctrica Los Cerros • Hidroeléctrica Covadonga • Hidroeléctrica Jesbon Maravillas • Central Generadora El Prado • Hidroeléctrica Finca Las Margaritas • Hidropower SDMM • Hidroeléctrica La Perla • Hidroeléctrica Sac-Ja

Continuación de la tabla III.

Térmicas	<ul style="list-style-type: none"> • San José • La Libertad • Arizona Vapor • Generadora Costa Sur • Jaguar Energy
Turbina de gas	<ul style="list-style-type: none"> • Tampa • Stewart & Stevenson • Escuintla Gas 5
Motores de combustión interna	<ul style="list-style-type: none"> • Arizona • Puerto Quetzal Power • Las Palmas • Genor • Sidegua • Generadora Del Este • Generadora Progreso • Electro Generación • Térmica • Térmica B-2 • Coenesa • Electro Generación Cristal Bunker • Genosa
Ingenios azucareros	<ul style="list-style-type: none"> • Magdalena • Biomass • Pantaleón • Pantaleón Bloque 3 • La Unión • Santa Ana Bloque 1 • Santa Ana Bloque 2 • Madre Tierra • Generadora Santa Lucia • Concepción • Tululá • Tululá 4
Geotérmicas	<ul style="list-style-type: none"> • Orzunil • Ortitlan
Solar fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> • Horus 1 • Horus 2
Eólicas	<ul style="list-style-type: none"> • San Antonio El Sitio • Viento Blanco • Las Cumbres

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word 2021.

2.2.5.2. Transmisión

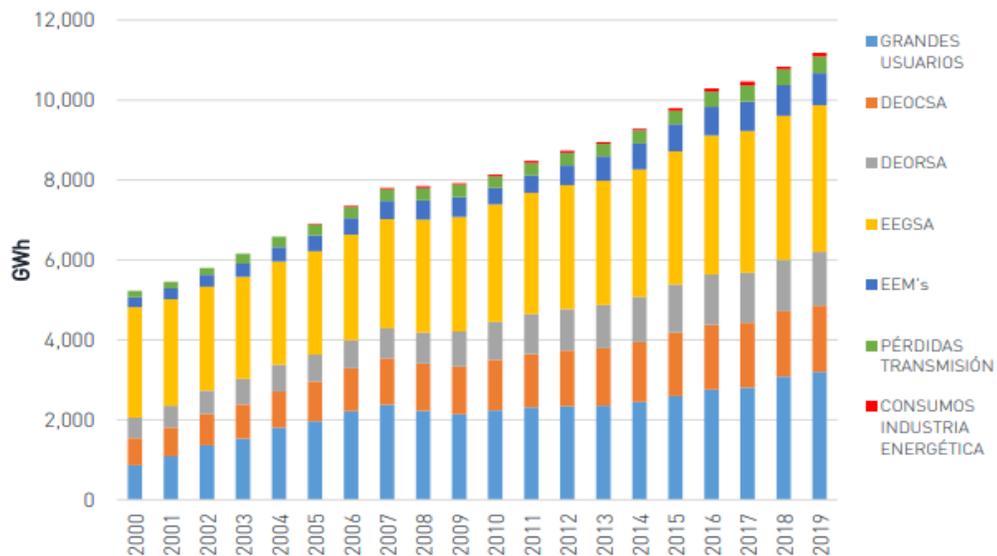
La actividad de transmisión de energía eléctrica en Guatemala actualmente se desarrolla con empresas que participan en la CNEE y se listan algunas, la información respecto a estas se puede consultar en la página oficial de la CNEE:

- Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica (ETCEE-INDE)
- Transportista Eléctrica Centroamericana, S. A. (TRELEC)
- DUKE Energy International Transmisión Guatemala, Limitada
- Redes Eléctricas de Centroamérica S. A.
- Transporte de Electricidad de Occidente (TREO)
- Transmisora de Energía Renovable, S. A. (Transnova)
- Transportadora de Energía de Centroamérica, S. A. (TRECOSA)
- Empresa Propietaria de la Red

2.2.5.3. Distribución de Energía Eléctrica de Guatemala

Según el MEM la demanda de energía eléctrica del año 2018 de las empresas distribuidoras en Guatemala fue de aproximadamente 7,475 GWh, esto representa aproximadamente un 67 % de la demanda de energía nacional. En los últimos 5 años el crecimiento de la demanda de los agentes distribuidores debidamente registrados de acuerdo con la Ley General de Electricidad ha sucedido con una tasa cercana al 3 % para EEGSA, 2 % para DEOCSA y 3,5 % para DEORSA.

Figura 26. **Demanda de energía anual histórica, período 2000-2018**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas. *Subsector eléctrico*. www.mem.gob.gt. Consulta: enero de 2021.

En la figura 26 se observa el crecimiento de la demanda de energía histórica de las tres empresas distribuidoras inscritas como agentes de distribución, sujetas a los procedimientos que indica la Ley General de Electricidad.

El crecimiento por parte de las empresas distribuidoras Deocsa/Deorsa tiene una relación con las obras de electrificación rural realizadas por medio del Plan de Electrificación Rural y el INDE, lo cual permitió que la demanda en conjunto del año 2000, alrededor de 1,186 GWh, se incrementara hasta 2,210 GWh en el año 2010, en el año 2019 aproximadamente a 3,000 GWh.

La información histórica del crecimiento de la demanda de energía anual por parte de los agentes distribuidores permite concluir que, a menos que se

ejecute otro Plan de Electrificación Rural, la tasa de crecimiento de estos agentes se mantendrá alrededor del 1 y 2 %.

2.2.5.4. Empresas eléctricas municipales

Las empresas eléctricas municipales prestan el servicio de distribución de la energía eléctrica, sin embargo, la compra de energía y potencia para los usuarios regulados que poseen se da sin un instrumento legal claro, con poca o nula supervisión de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica. En 2019 la demanda anual fue de 805 GWh aproximadamente, con un incremento del 5 % respecto al año anterior, en promedio durante los últimos cinco años la demanda anual de estas ha crecido aproximadamente 5 %.

Algunos municipios/departamentos que tienen empresas eléctricas son:

- Zacapa
- Gualán, Zacapa
- Guastatoya, El Progreso
- Huehuetenango
- Santa Eulalia, Huehuetenango
- Ixcán, Quiché
- Joyabaj, Quiché
- Jalapa
- San Pedro Pinula, Jalapa
- San Marcos
- San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
- Tacaná, San Marcos
- Patulul, Suchitepéquez

- Puerto Barrios, Izabal
- Retalhuleu
- Quetzaltenango

2.3. Marco teórico Laboratorio 3

En esta práctica de instalaciones eléctricas se pretende abarcar conceptualmente como es que la empresa suministradora de energía eléctrica nos provee de un servicio y se bosqueja como alguna empresa suministradora cablea el servicio al medidor del usuario, también se pretende visualizar multifilarmente como un electricista cablea el servicio de energía eléctrica desde el medidor hasta el centro de carga (tablero principal), se espera que el estudiante de laboratorio aclare como viajan los conductores en una instalación eléctrica desde la acometida eléctrica hasta el centro de carga. El marco teórico de esta práctica se dividirá de la siguiente manera.

- Instalación eléctrica definición corta
- Tipos de corriente alterna
 - Servicio eléctrico según Empresa eléctrica de Guatemala
- Acometida eléctrica norma EEGSA
- Centro de carga

2.3.1. Instalación eléctrica

Es el conjunto de componentes eléctricos que hacen posible que la energía eléctrica llegue desde la distribución de energía eléctrica hasta un domicilio o área de trabajo en donde se pueda aprovechar esta energía.

Para efectos de esta práctica se va a dividir en dos partes importantes, la acometida eléctrica y el centro de carga también conocido como tablero principal que contiene los circuitos derivados que solo se mostrarán a manera simbólica.

En la acometida eléctrica se tendrá que cumplir con ciertos requerimientos constructivos y eléctricos para que la empresa distribuidora de energía eléctrica pueda proveer el servicio, estos requerimientos dependen de cada país o de la norma eléctrica para acometidas correspondiente. En esta práctica se tratará brevemente parte del anexo IV de la norma para acometidas eléctricas de empresa eléctrica de Guatemala (EEGSA) para un ejemplo de servicio en baja tensión menor a 10 KVA.

Esta instalación sencilla se tratará como diagrama multifilar esto quiere decir que solo nos enfocaremos en como llegan a conectarse los conductores eléctricos, desde la acometida hasta el centro de carga (tablero principal).

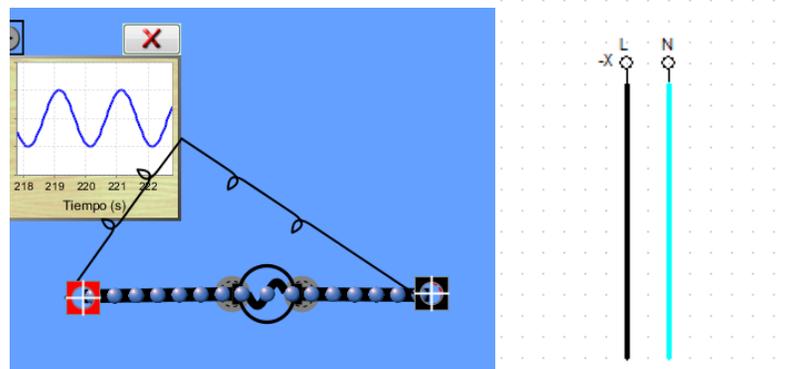
En esta práctica se bosquejará una instalación con servicio monofásico 120/240 voltios de tres cables/hilos para entender este servicio debemos hablar de la fuente de voltaje alterno o servicio 120 voltios tradicional y del servicio 120/240 voltios.

2.3.2. Algunos servicios monofásicos en Guatemala

Se ha tratado en ejemplos anteriores una fuente de voltaje alterno monofásico, que tiene la particularidad de dos cables, el primero de estos el cable activo o fase que tiene la particularidad que mide un alto valor en voltios, el segundo de ellos el cable con cero voltios o también llamado neutro.

La corriente alterna que llega a nuestros hogares frecuentemente es monofásica. En corriente monofásica existe una señal de corriente, que se transmite por el cable de fase (L1, color negro/rojo) esta corriente retorna por el cable de neutro que cierra el circuito (N, color blanco/azul claro). El sistema monofásico provee una tensión de 120 voltios entre fase y neutro.

Figura 27. **Símbolo fuente de voltaje en Phet simulador y CADe_SIMU**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Esta fuente de voltaje monofásico es equivalente a la fuente utilizada en el programa de simulación EasyEDA donde el voltaje eficaz es de 120 voltios con forma sinusoidal variable en el tiempo y una frecuencia 60 hercios hay que recordar que esta frecuencia es la que se trabaja en este país por lo tanto en otros países puede variar la frecuencia.

Hay otro tipo de voltaje que llega a nuestros hogares, según empresa eléctrica de Guatemala (EEGSA) la denomina monofásico tres cables 120/240 voltios, en Guatemala por ejemplo se trabaja este sistema de tres cables (conductores) en un servicio básico de baja tensión convencional, el primero y

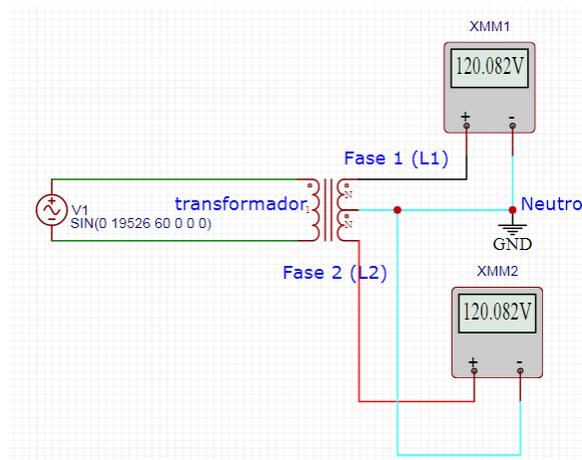
segundo son cables activos F1/F2, el tercer cable es el cable con aproximadamente cero voltios o neutro.

Este sistema de voltaje de 3 cables se podría derivar de un transformador de distribución con bobina de secundario de 240 voltios, pero a la mitad de esta bobina tiene una derivación de la que se obtiene 120 voltios, en palabras sencillas podemos decir que el secundario cuenta con dos bobinas de 120 voltios conectadas en serie recordemos que dos pilas en serie se suman, puede también salir este servicio de algún otro tipo de transformador o con otra conexión.

Este sistema monofásico de tres cables provee de dos tipos de voltaje:

El primer tipo de voltaje sería una fuente de voltaje CA de 120 voltios cuando se conecta una carga desde la solo una fase ya sea F1 o F2 hacia neutro, se debe observar la figura 28 para comprender como es que las dos fases miden hacia el neutro 120 voltios.

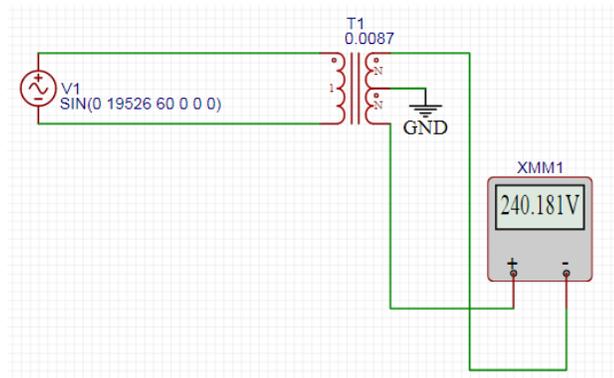
Figura 28. **Voltaje Monofásico de tres cables**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

La otra fuente de voltaje, si se conecta una carga a la L1, pero se coloca en lugar de neutro el cable L2, debido a que realmente la bobina secundaria cuenta con dos bobinas de 120 voltios cada una, estas fuentes están en serie se sumaran y como las dos miden 120 voltios la carga experimentara un voltaje de 240 voltios, este voltaje es útil para cargas de media potencia, por ejemplo, un microondas de 240 voltios o una toma de corriente de 240 voltios para equipos de este tipo de voltaje.

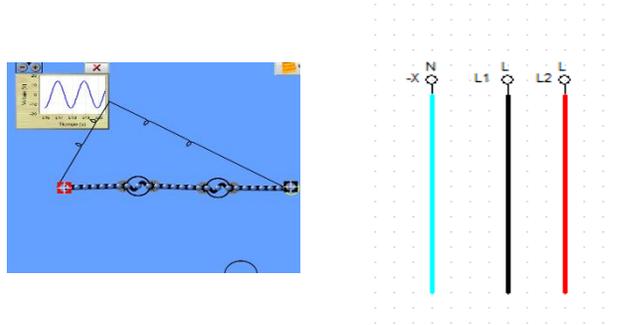
Figura 29. **Voltaje Monofásico conexión L1-L2**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Este sistema en CADe_SIMU se representaría de la siguiente manera observe la figura 30.

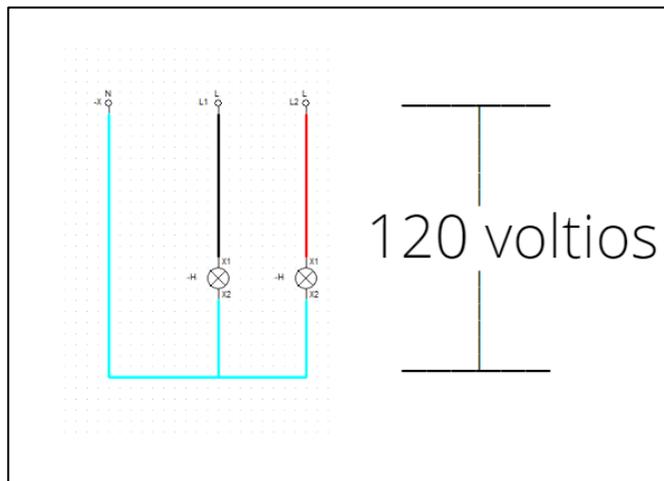
Figura 30. **Voltaje Monofásico de tres cables**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

En la siguiente figura 31 se muestran cargas de 120 voltios conectados a este sistema de voltaje 120/240 voltios en el software CADe_SIMU, hacia una carga como una lampara de señalización de 120 voltios.

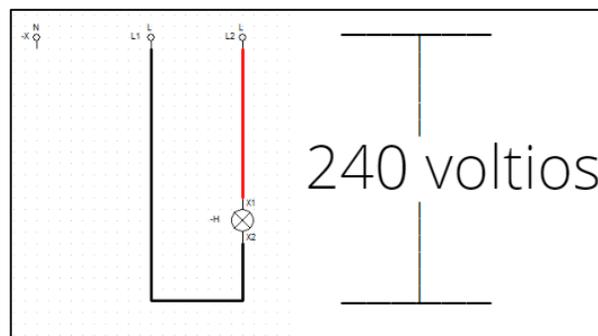
Figura 31. **Voltaje monofásico de tres cables**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

En la siguiente figura 32 se muestra una carga con una fuente de voltaje de 240 voltios hacia una lampara de señalización multivoltaje 120/240 voltios ósea que tiene la capacidad de funcionar con un voltaje de 240 voltios, de lo contraria se quemaría.

Figura 32. **Voltaje Monofásico de tres cables**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

2.3.3. **Acometida eléctrica**

Se le denomina acometida al conjunto de conductores utilizados para trasladar la energía eléctrica desde las líneas de distribución de la empresa suministradora al punto de recepción (frecuentemente en el medidor, aunque esto depende de la normativa correspondiente) del suministro en la instalación del inmueble a servir.

2.3.3.1. **Acometida eléctrica aérea y subterránea**

En una acometida eléctrica aérea, los conductores aparte de ir por vía aérea del poste de la suministradora llegan a un soporte o punto de recepción del servicio para el usuario.

En una acometida eléctrica subterránea, o conductores en sistema subterráneo, frecuentemente van del registro o soporte subterráneo más cercano del suministrador, hasta el punto de recepción de servicio del usuario.

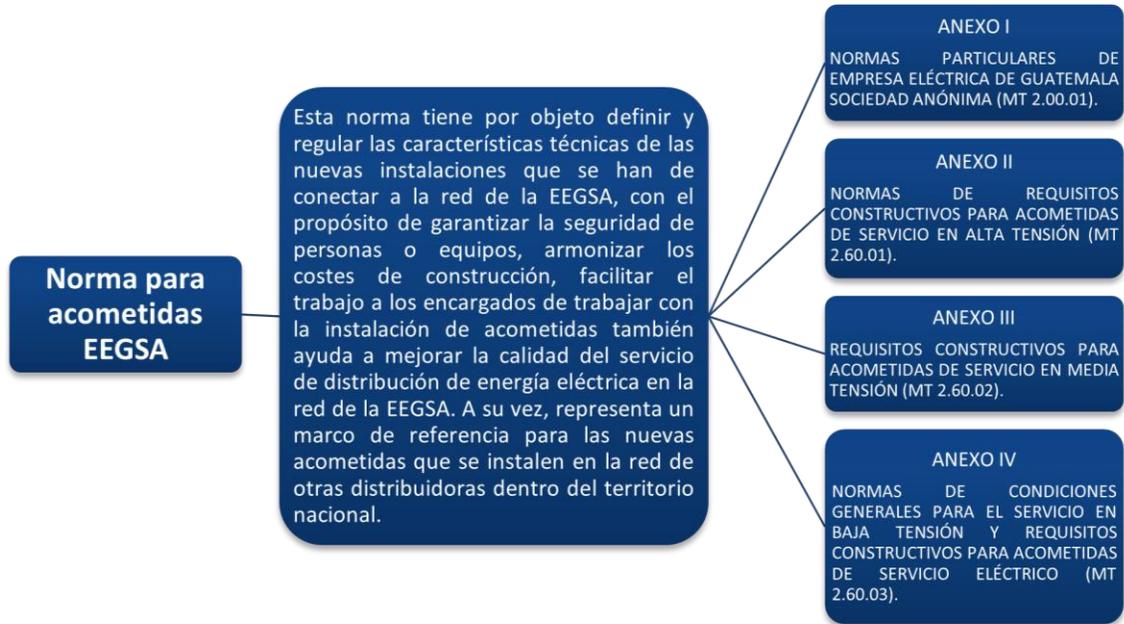
Cuando se habla de acometida eléctrica de baja tensión y se refiere a que la instalación será menor a mil voltios, como lo hace saber Empresa de Energía Eléctrica de Guatemala (EGGSA).

En Guatemala para la realización de acometidas eléctricas es importante asesorarse con la norma para acometidas.

2.3.4. Norma para acometidas eléctricas EGGSA

En Guatemala, el órgano técnico encargado de las normas técnicas con respecto al subsector eléctrico e inspeccionar su cumplimiento adecuando óptimamente con prácticas internacionales aceptadas, es la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). Entre dichas normas, la CNEE ha emitido las normas de la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (acometidas), este cumplimiento es obligatorio en el área de servicio de la EGGSA.

Figura 33. **Norma para acometidas EEGSA**



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica, CNEE. *Informes estadísticos*.
<https://www.cnee.gob.gt/wp/>. Consulta: enero de 2021.

En la tabla IV se puede encontrar lo relacionado a condiciones generales o requisitos constructivos para acometidas de servicio eléctrico -MT 2.60.03- norma de la empresa EEGSA, este anexo es para servicio de baja tensión, debido a que los otros anexos tratan servicio de media tensión o alta tensión.

Es necesario acotar el alcance de la información general del anexo IV, puesto que en esta práctica de Laboratorio se tratará una acometida domiciliar sencilla de menos de 10 KVA.

Se va a tratar el caso básico en el que se necesita un servicio eléctrico monofásico en una casa pequeña recién construida esta consume menos de 10 KVA, se mostrarán los componentes eléctricos fundamentales para la

acometida eléctrica, de la misma manera sus aspectos constructivos, se dividirá en tres partes primero se tratará la solicitud que se debe plantear ante la empresa distribuidora, posteriormente generalidades de construcción y por ultimo calibres de cables desde la acometida eléctrica hasta el tablero principal o centro de carga los circuitos del tablero de la vivienda no se tratarán, se deja solo a manera simbólica.

2.3.4.1. Solicitud de nuevo servicio eléctrico

Si se trabaja con EEGSA debemos primero consultar los requisitos para la solicitud de un nuevo servicio, estos se encuentran listados en su página web oficial, la hoja de requisitos para referencia o la hoja verificable se encuentran en línea en la página de EEGSA. (Ver anexo 3).

Solicitar o descargar la hoja verificable donde se deben colocar los datos que solicita la misma. (Ver anexo 4).

Las solicitudes frecuentemente se presentan en las oficinas de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., adjuntando la información óptima dependiendo el tipo de servicio. (Ver anexo 4).

2.3.4.2. Generalidades constructivas de la acometida eléctrica de baja tensión

En la tabla IV de la norma para acometidas eléctricas de EEGSA se encuentran datos relevantes, requerimientos de construcción y materiales para los servicios de carga monofásica 10 KVA, 25 KVA, entre otros.

Se va a resumir información importante del punto 5 de este anexo IV referente a servicio eléctrico con cargas monofásicas menores a 10 KVA.

Tabla IV. **Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA**

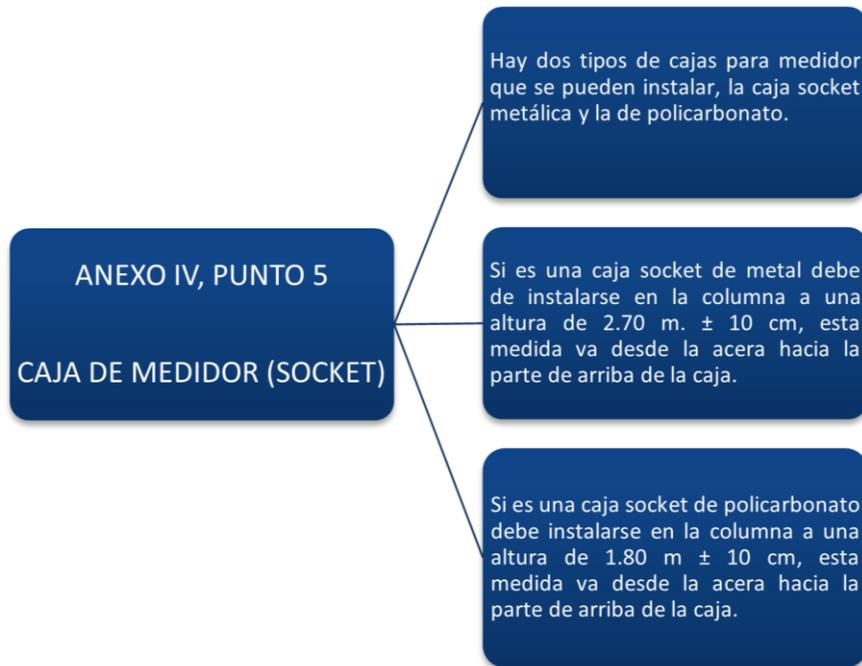
Palabra clave	Recomendación de norma
Ubicación de servicio.	El servicio se colocará en la propiedad para la cual fue solicitado.
Medidor.	La caja del medidor (contador) de energía debe colocarse al límite de la propiedad y viendo hacia la vía pública, EEGSA no instalara si la caja esta de forma lateral.

Normativa EGGSA acometidas, p 19.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Se menciona también la altura de la caja del medidor conocida en el país como caja socket porque dependiendo del material así será la altura de esta caja que albergará al medidor o contador eléctrico.

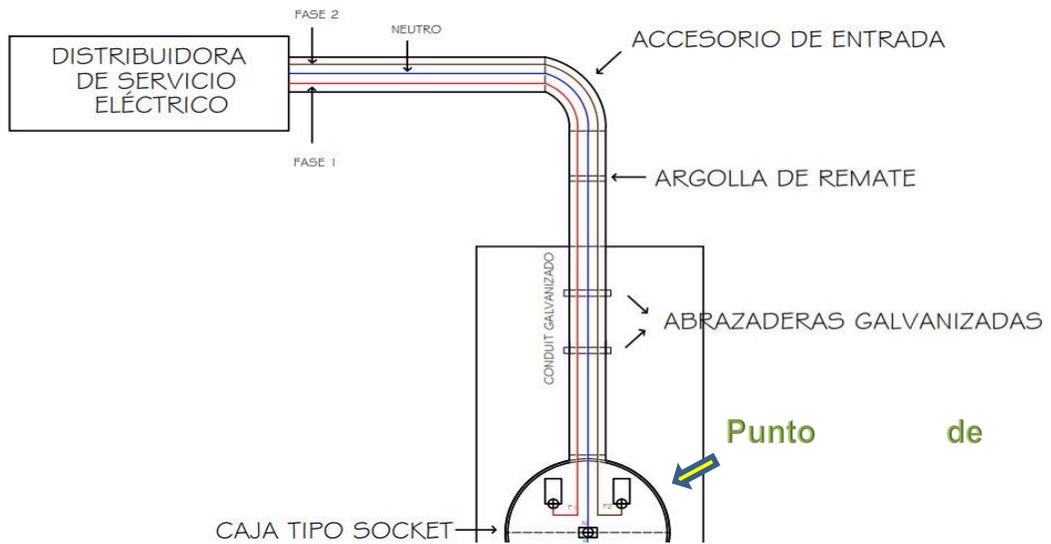
Figura 34. **Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA**



Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala, EEGSA, *Acometidas*. <https://eegsa.com/>. Consulta: enero de 2021.

Según EEGSA a partir del punto de medición (contador) el usuario construirá, operará y mantendrá las instalaciones por su cuenta, este es el límite que coloca la empresa. En la figura 35 se muestra un bosquejo de donde llega el cableado de la empresa eléctrica distribuidora.

Figura 35. **Punto de medición límite EEGSA-usuario**



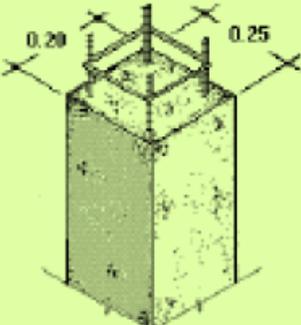
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Se debe recordar que el cable de la acometida no debe invadir propiedades privadas y también se mencionan aspectos relacionados a la base o columna de la acometida.

Tabla V. **Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA**

Palabra clave	Recomendación de norma
No pasar el cable de la acometida por propiedades ajenas.	El gancho de soporte para recibir el cable de la acometida debe colocarse a manera que este cable no pase por propiedades ajenas se debe buscar que este sea colocado en el lugar más cercano a uno de los postes de distribución de EEGSA.
Los accesorios de la acometida en pared o columna.	Los accesorios pueden ser instalados en una columna de concreto armado con 4 varillas de hierro de diámetro mínimo 3/8 o en una pared.

Continuación de la tabla V.

Palabra clave	Recomendación de norma
<p>Altura del cable de acometida</p>	<p>Cuando se instale el servicio, el cable de acometida quedara, el punto de referencia suele ser el gancho galvanizado:</p> <p>No atraviesa la calle (4,5 m)</p> <p>Si atraviesa la calle (5,5 m)</p> <p>Si atraviesa Boulevard (7,5 m)</p>
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>ESPECIFICACIONES DE LA COLUMNA</p> <p>COLUMNA DE CONCRETO ARMADO DE 0.20 X 0.25 X H. mts.</p> <p>HIERRO DE 3/8" CORRUGADO</p> <p>ESTRIBOS DE HIERRO LISO DE 1/4" A CADA 20 CENTIMETROS, CON SUS RESPECTIVOS AMARRES</p> </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">Fuente: Normativa EGGSA acometidas, p 20.</p>	

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala, EEGSA, *Acometidas*. <https://eegsa.com/>. Consulta: enero de 2021.

Se recuerda que hay diferencia de costo si se decide realizar una acometida subterránea lo cual hay que consultar con la empresa distribuidora de servicio eléctrico los requerimientos constructivos vigentes para este tipo de acometida la empresa indicará todo lo relacionado a esto.

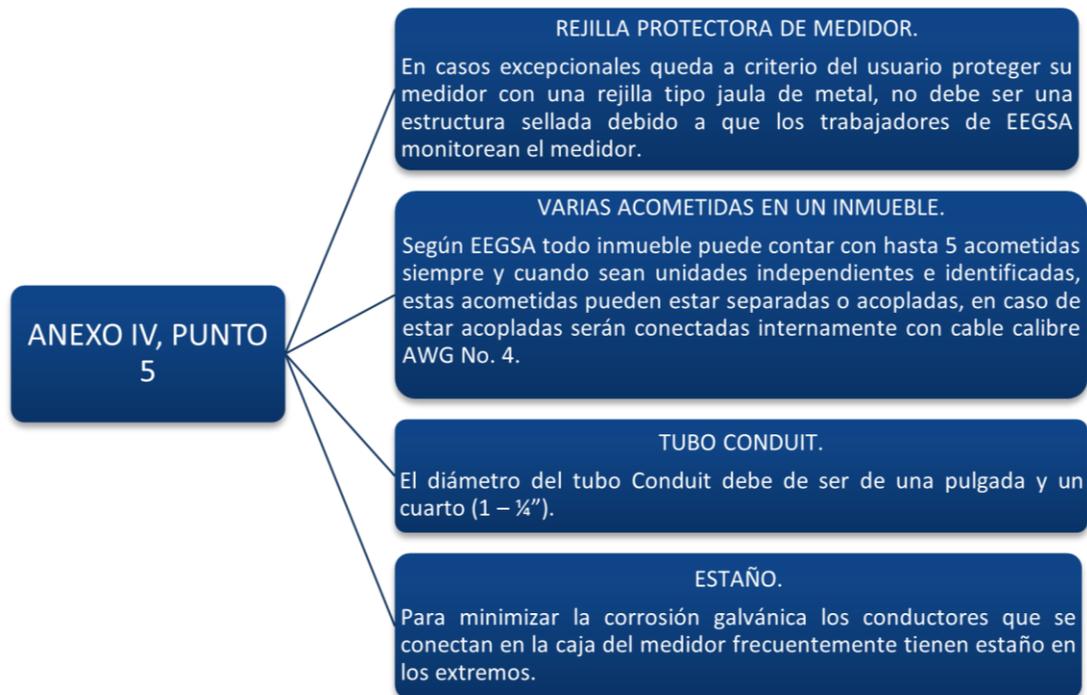
Tabla VI. **Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA**

Palabra clave	Recomendación de norma
Acometida aérea o subterránea.	<p>La acometida puede ser subterránea o aérea, si el usuario prefiere acometida subterránea debe cubrir los costes del diferencial de una acometida aérea a subterránea.</p> <p>Una acometida subterránea debe adecuarse a el diseño de obra civil y accesorios según norma vigente de EEGSA.</p>
Protección de la acometida (caja RH).	<p>El medidor de energía debe estar protegido por un medio general de desconexión (llave termomagnética) esto depende de la distancia entre el medidor y el tablero principal de la casa.</p> <p>Menor a 10 m. regularmente se instala en el tablero principal.</p> <p>Mayor a 10 m. se debe instalar en la columna de la acometida con su respectiva caja de protecciones (RH, 50/70/100/200 amperios).</p>
	

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala, EEGSA, *Acometidas*. <https://eegsa.com/>. Consulta: enero de 2021.

Algunas recomendaciones que el usuario debe tener en consideración, cuantas acometidas puede tener máximo un inmueble o si se deben estañar los conductores eléctricos de la acometida.

Figura 36. **Anexo IV, punto 5 cargas menores a 10 KVA**



Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala, EEGSA, *Acometidas*. <https://eegsa.com/>. Consulta: enero de 2021.

2.3.5. **Cableado de la acometida eléctrica de baja tensión**

Cuando se habla de cableado de la acometida eléctrica se debe mencionar que hay diversos tipos de conductores eléctricos, calibres, material de fabricación, especificaciones técnicas, entre otros. para efectos de esta práctica trataremos de visualizar mediante simulación virtual la conexión únicamente de manera multifilar de los conductores presentes en el servicio 120/240 voltios de una instalación eléctrica sencilla. Se dan recomendaciones para los calibres de los conductores, este cálculo regularmente es preciso y depende del ingeniero electricista o mecánico electricista a cargo de la instalación o proyecto.

2.3.5.1. Conductores eléctricos

Un conductor eléctrico es un material que opone baja resistencia al flujo de la corriente eléctrica, el cobre, aluminio o la plata son materiales comunes para los conductores eléctricos por una sencilla razón su conductividad es miles de veces mejor que el de un aislante, verbigracia, la madera. Existen de un solo hilo o hebra llamado alambre, también varias hebras o hilos que se le denomina cable.

El conductor que frecuentemente se utiliza es el cobre, algunos de los tipos de conductores de cobre como el cobre de temple duro conductividad del 97 % el del cobre puro, este se utiliza frecuentemente en conductores desnudos y se encuentran muchas veces en líneas aéreas de transporte de energía, el cobre de temple blando conductividad del 99 %, al ser flexible se utiliza comúnmente en conductores aislados en instalaciones eléctricas.

2.3.5.2. Conductores por ampacidad y diámetro

Los conductores eléctricos tienen la capacidad de conducir corriente eléctrica, pero están limitados a conducir cierta máxima intensidad de corriente eléctrica y también de una temperatura máxima, a la capacidad que tiene un conductor eléctrico de conducir cierto valor de corriente eléctrica se lo denomina ampacidad.

Hay diversas tablas de ampacidad de conductores, si no se cuenta con una tabla bajo normativa, se podría abocar a la figura 40 estos valores dependen de cada fabricante o normatividad. Se mostrará los valores máximos que pueden soportar los conductores eléctricos dependiendo de su calibre.

Figura 37. Amperaje que soportan los cables de cobre

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Fuente: Masvoltaje. *Tipos de cables eléctricos que existen*. <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>. Consulta: febrero de 2021.

Es importante mencionar que los calibres de los conductores están dados frecuentemente en AWG y mm², el American Wire Gauge (AWG) es un estándar estadounidense de tamaños de conductores de metal no ferroso, este calibre AWG es el que se acostumbra a comprar en una ferretería de Guatemala.

La conversión de calibre AWG a mm² se muestra en la siguiente figura 41 es importante conocer estas dos conversiones debido a que algunas veces en diagramas de instalaciones o normativas, encontraremos frecuentemente alguna referencia a estas dos medidas de calibres de cable importantes.

Se mostrará una tabla con calibres de conductores y su equivalente en milímetros cuadrados.

Figura 38. **Conversión aproximada de calibres AWG a mm2**

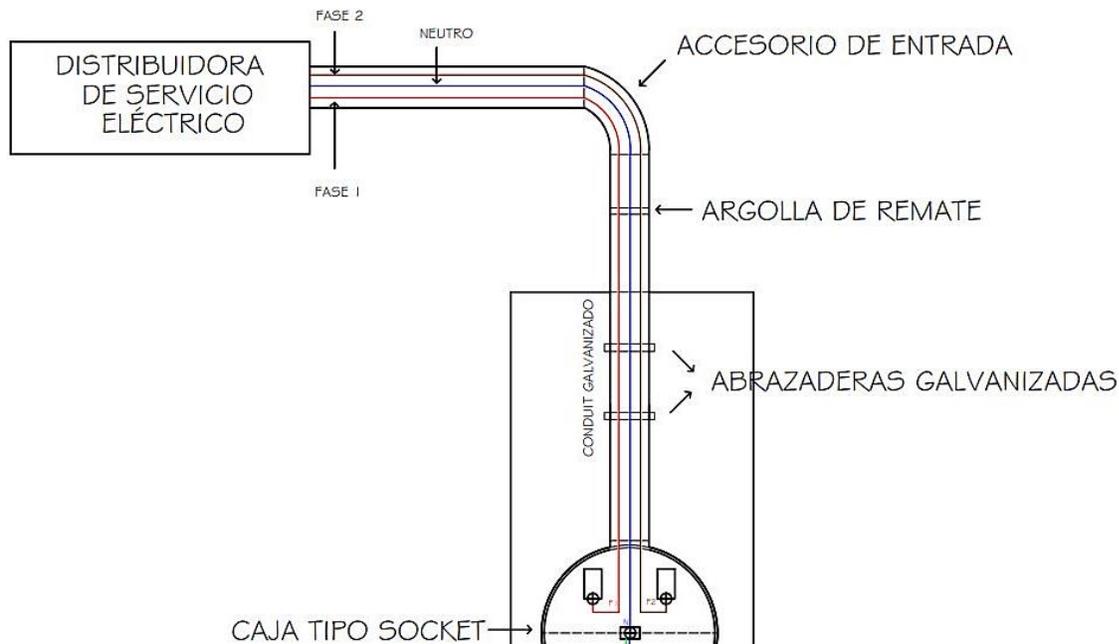
FOTO	CALIBRE / AWG	SECCIÓN EN MM2	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	4	25mm2	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	6	16mm2	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
	8	10mm2	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	10	6mm2	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	12	4mm2	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	14	2.5mm2	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	16	1.5mm2	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

Fuente: Masvoltaje. *Tipos de cables eléctricos que existen*. <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>. Consulta: febrero de 2021.

2.3.5.3. **Bosquejo de como viajan los conductores en una instalación sencilla**

A continuación, se muestra el bosquejo como se conectan los conductores eléctricos de la red de distribución hacia la acometida eléctrica si se califica con los requerimientos y solicitudes iniciales, la empresa de distribución conectará el servicio hasta el medidor.

Figura 39. **La empresa conecta a la caja tipo socket del medidor**



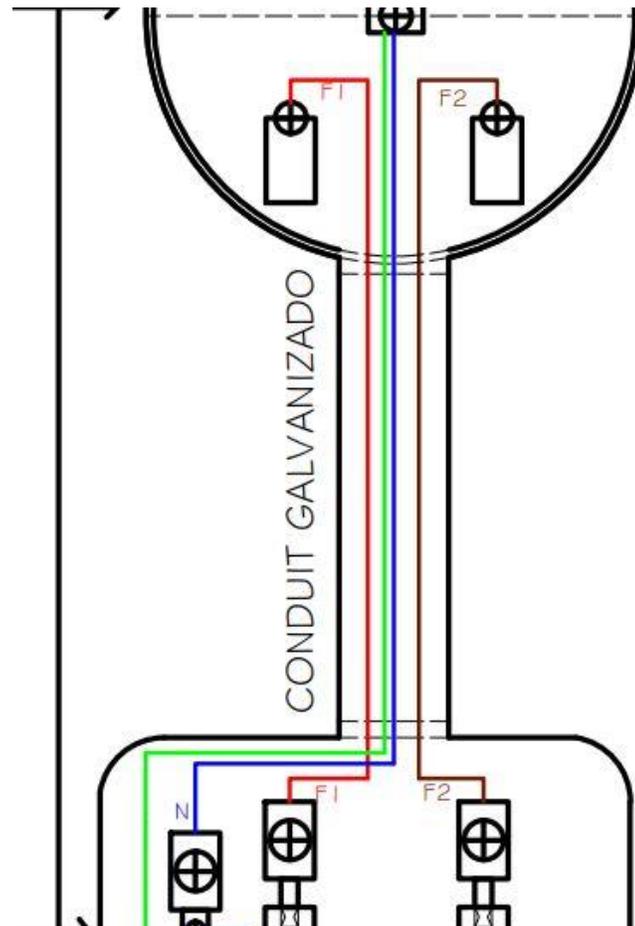
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Como se observa en la figura 39 si se contrata un servicio menor a 10 KVA regularmente la empresa distribuidora por ejemplo EEGSA conectara de esta manera los conductores eléctricos llevara tres cables el primer cable o fase 2 (color marrón para diferenciarse en la realidad puede ser negro dependiendo de la normativa de cada país) lo llevara al borne derecho de la caja socket y el segundo cable o fase 2 (color rojo) lo llevara al borne izquierdo, el tercer cable o neutro (color azul por bosquejo puede ser blanco) lo llevara al borne central de la caja socket. El calibre de los conductores que EEGSA regularmente conecta a la caja socket del medidor es calibre No. 4 AWG ($\approx 25 \text{ mm}^2$), por lo que se recomienda utilizar este mismo calibre No.4 hasta el centro de carga (tablero principal). A partir del punto de acometida la empresa eléctrica no se hace

responsable, la instalación la debe realizar un profesional contratado por el usuario o dueño de la vivienda/área de trabajo.

A continuación, se observa el bosquejo como se conectan los conductores eléctricos desde la caja socket hacia la caja de protección de acometida conocida también como caja RH.

Figura 40. **Conexión desde caja socket hacia caja de protección RH**



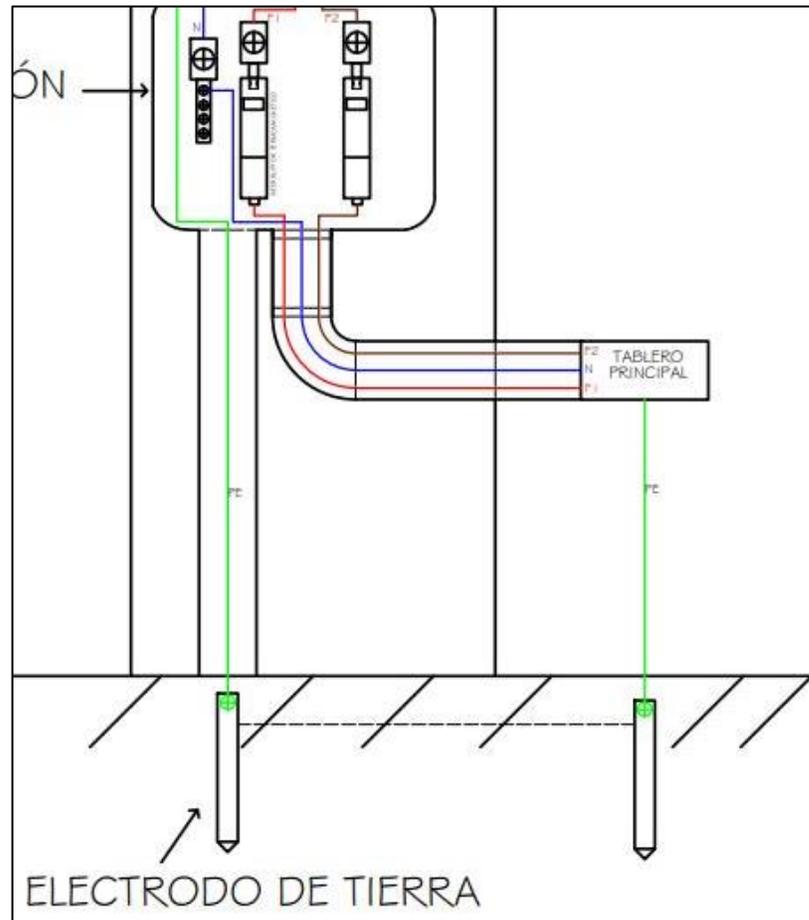
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Como se muestra en la figura 40 se lleva la fase 1 (color rojo) de la caja socket hacia la protección izquierda(F1) de la caja RH, se lleva la fase 2 (color marrón) de la caja socket hacia la protección de la parte derecha (F2) de la caja RH, el tercer cable en este caso azul sale del centro de la caja socket hacia un borne de neutro que se encuentra frecuentemente de manera física en la caja RH a veces hay que montar como componente extra este borne, otras en las que el cable pasa directamente hasta el interior de la vivienda esto depende de cada país o sus normativas. Estos tres conductores como se había recomendado pueden ser calibre No. 4 AWG ($\approx 25 \text{ mm}^2$), hay que recordar que este solo es un bosquejo, la caja de protección se sitúa regularmente detrás de la columna en esta figura se colocó en frente solo para visualizar de mejor manera los conductores.

No se debe olvidar también referenciar el borne central de neutro de la caja tipo socket con un conductor de tierra (verde) hacia una varilla de cobre enterrado en la tierra física cercana al poste. En algunas normativas sino se realiza esto la empresa suministradora no conecta el nuevo servicio es importante aterrizar el neutro a tierra, entre muchas razones para mantener lo más cercano a cero voltios el voltaje del cable de neutro, protección contra sobretensiones en la acometida y seguridad de la instalación.

A continuación, se observa el bosquejo como se conectan los conductores eléctricos desde la caja de protección RH hacia el centro de carga o tablero principal.

Figura 41. **Conexión desde RH hacia tablero principal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Como se muestra en la figura 41 se lleva la fase 1 (color rojo) desde la salida de la protección izquierda hacia el centro de carga (tablero principal), se lleva la fase 2 (color marrón) desde la salida de la protección derecha hacia el centro de carga, el neutro (color azul) también se lleva con un conductor hacia el centro de carga. Como se observa al centro de carga también llega un conductor de tierra o protección eléctrica desde otra varilla enterrada en la tierra, este conductor servirá para contactos con protección eléctrica, referencia de carcasas metálicas,

entre otros. En esta práctica de laboratorio se maneja solo a manera simbólica este conductor de protección eléctrica por lo que si gusta puede revisar el artículo 250-50 de la NOM-001-SEDE 2012 que trata de los electrodos de puesta a tierra o la normativa vigente para puesta a tierra en su país.

2.3.5.3.1. Recomendaciones superficiales para calibres de conductores

Se da recomendación de los conductores que frecuentemente se encuentran en un cuarto de vivienda sencilla, hay diversos factores técnicos que deben de analizarse y se requieren datos de componentes, cargas, entre otros. Por ello solo se pueden dar consejos superficiales.

En una vivienda básica se cuenta con iluminación, tomas de corriente, algunos otros circuitos. Se recomienda separar cada circuito con su respectiva protección, por ejemplo, un circuito para las lámparas de un cuarto de tamaño considerable, un circuito para las tomas de corriente de ese mismo cuarto, asumiendo que es un cuarto con varias lámparas/luminarias y varios tomacorrientes, para efectos de esta práctica acotaremos a estos dos circuitos básicos, solo mencionaremos los calibres que regularmente se utilizan en estos circuitos.

El circuito de iluminación o de lámparas en una vivienda sencilla frecuentemente se protege con un termomagnético (coloquialmente conocido como flipon) de una capacidad de 15 amperios para este circuito el conductor utilizado es del calibre AWG 14 equivalente a $2,5 \text{ mm}^2$ siempre que sean lámparas de bajo consumo, para lámparas de medio consumo se recomienda el calibre AWG 12 equivalente a 4 mm^2 o el calibre que sugiera la hoja técnica de

la lámpara, no se mencionará cuantas lámparas pueden colocarse como máximo en un circuito porque no se tiene los datos suficientes del tipo de lámpara, pero la protección que se coloca y el cable da una idea de que se debe respetar los límites de corriente por ampacidad del conductor AWG 14 o AWG 12 también por capacidad máxima de la protección de 15 amperios para el caso de iluminación frecuentemente estos cálculos los realiza el profesional a cargo del proyecto.

El circuito de fuerza frecuentemente tiene tomacorrientes en donde se conectan cargas convencionales de baja potencia, cargadores de teléfono, televisor, radio, entre otros. Se recomienda colocar cable calibre AWG 12 equivalente a 4 mm² con su respectivo termomagnético de 20 [A], siempre y cuando no sea para tomacorrientes que servirán para refrigeradoras, secadoras o lavadoras, estos tomacorrientes se deben tratar con mejor cuidado puesto que depende de la potencia de cada máquina su protección o su cableado. Se recomienda para cada una de las maquinas mencionadas anteriormente un circuito de fuerza para cada uno o sea dedicado cuando superen los 1 200 vatios, estos cálculos dependen del tipo de proyecto o profesional a cargo debido a el gasto económico que tomaría colocar circuitos de fuerza para cada máquina, por ello se menciona superficialmente el cableado de este tipo de tomacorrientes para máquinas de baja potencia. Si se desea verificar datos óptimos se recomienda verificar la normativa vigente del país o internacional con respecto a la necesidad o circuito de fuerza, iluminación entre otros.

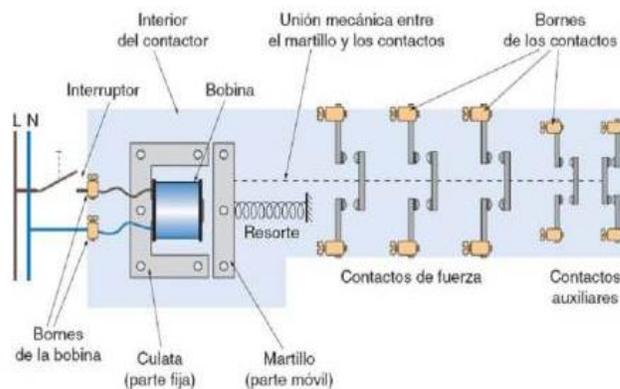
2.4. Marco teórico Laboratorio 4

A continuación, se describen los conceptos teóricos importantes para la práctica de contactores eléctricos en la industria. Se procede con uno de los componentes muy utilizados en automatismos cableados para controlar motores u otras cargas eléctricas en un proceso automatizado.

2.4.1. Contactor eléctrico

Los contactores eléctricos aparecieron en el año 1900 aproximadamente, algunos empezaron a diseñarlos, siendo unos de los pioneros la empresa Telemecanique en el 1924, ahora dentro de Schneider Electric, estos dispositivos siguen causando gran ayuda a los procesos automatizados aproximadamente un siglo después, muchos concuerdan que el contactor eléctrico es un dispositivo de mando a distancia, que tiene la capacidad de abrir o cerrar circuitos.

Figura 42. Partes internas de un contactor eléctrico



Fuente: Área tecnológica. *Partes de contactor*. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/imagenes/partes-contactor.jpg>. Consulta febrero de 2021.

2.4.2. Partes internas de un contactor eléctrico

En la figura 42 se muestran las partes de un contactor eléctrico trifásico, hay que entender que hay varios tipos de contactores monofásicos, trifásicos, entre otros. Se busca comprender el funcionamiento general y se muestra este de tipo trifásico, el contactor utiliza sus contactos internos para conducir así la corriente

eléctrica hacia una carga eléctrica, o también para cortar el flujo de la corriente eléctrica.

En la figura 42 se debe mencionar:

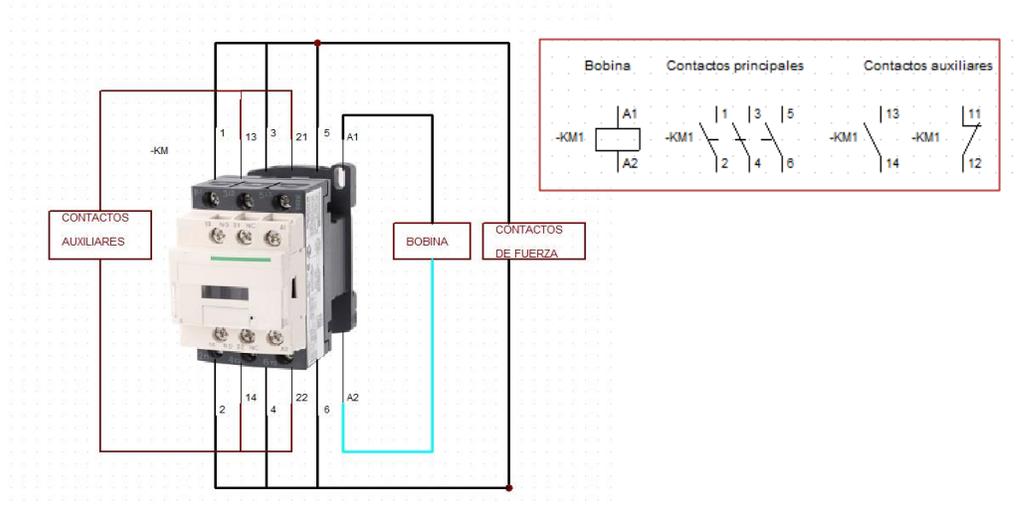
- Borne: pieza metálica que sirve para comunicar un aparato o una máquina eléctrica/electrónica con un cable eléctrico.
- Bobina: es un electroimán que se encarga de accionar los contactos del contactor, tanto los contactos de fuerza como los contactos auxiliares.
- Circuito magnético: se compone de dos partes culata y martillo, la parte fija es la culata en donde se encuentra la bobina, la parte móvil es el martillo, cuando la bobina no tiene ningún tipo de alimentación eléctrica, el martillo se encuentra separado mediante el resorte con la culata. Cuando la bobina se alimenta con la tensión o diferencia de potencial adecuada la culata se imanta atrayendo el martillo hacia ella.

Contactos Eléctricos: estos contactos se encuentran unidos mecánicamente a la parte móvil del circuito magnético, esto quiere decir que cuando el martillo se desplaza, los contactos de fuerza (principales) y contactos auxiliares también lo harán.

2.4.3. Contactor eléctrico en CADe_SIMU

A continuación, un contactor eléctrico virtual con sus partes externas hay que comprender que existen diferentes tipos de contactores o marcas, se muestra este ejemplar porque se encuentra en el simulador CADe_SIMU y este se usara en la práctica propuesta.

Figura 43. **Contactador eléctrico trifásico en CADe_SIMU**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU.

En la figura 43 se observa un contactador trifásico de forma externa la bobina esta nombrada como A1 y A2 es la misma que se puede ver en la figura 46 (lo etiquetado con el número 1), suele tener diferentes valores de alimentación que puede ser corriente alterna o corriente directa esto depende del fabricante o su modelo es muy importante conocer este dato para evitar daños en el equipo.

Los contactos de fuerza conocidos como contactos principales de un contactador eléctrico tienen la capacidad de soportar un valor de corriente eléctrica alta son los que regularmente se utilizan para alimentar el motor, a diferencia de los contactos auxiliares son los mismos que contactos que se pueden ver en la figura 46 (lo etiquetado con el número 3), que funcionan para bajas corrientes, y se utilizan para el circuito de control regularmente donde el valor de la corriente eléctrica es bajo.

Los contactos principales diseñados para soportar una mayor cantidad de corriente que depende del modelo o fabricante, se los puede observar en el esquema de fuerza también se puede ver en la figura 46 (lo etiquetado con el

número 2) también otros contactos principales de otros componentes como los del relé térmico, disyuntor, entre otros.

2.4.4. Tipos y clases de contactores eléctricos

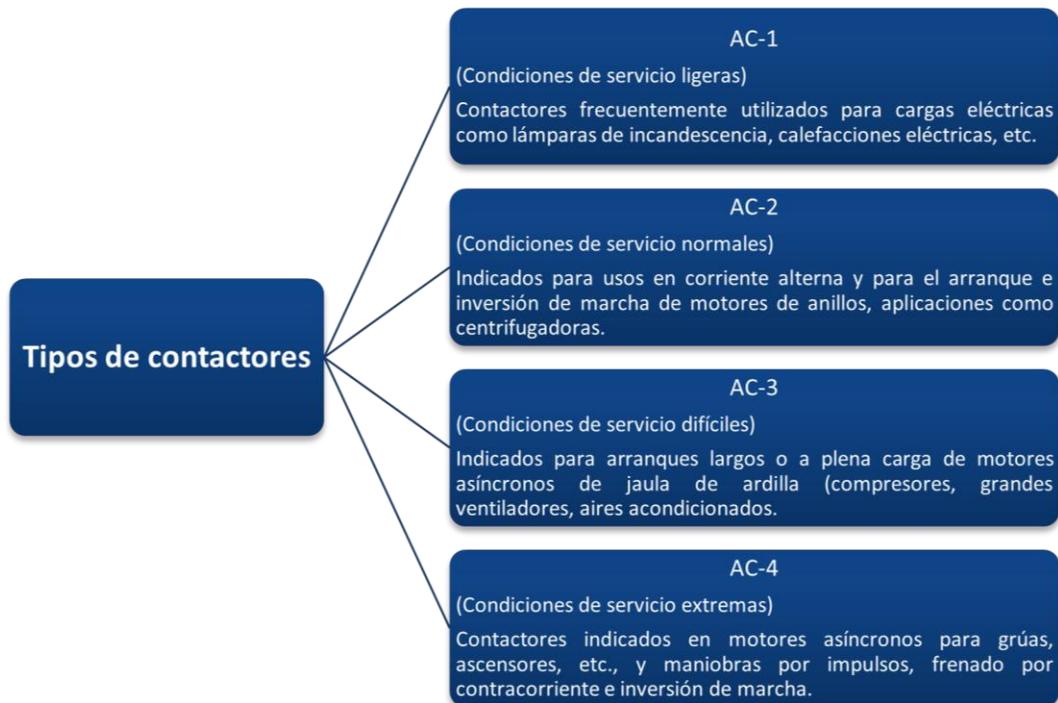
Hay varios tipos de contactores que se utilizan en distintas aplicaciones es importante mencionar algunos:

- **Monofásico:** la particularidad de este contactor es que solo posee un contacto de fuerza para aplicaciones pequeñas en sistemas de alimentación monofásicos puede tener hasta dos contactos auxiliares.
- **Trifásico:** posee un circuito magnético con hasta tres contactos de fuerza y varios contactos auxiliares, por su capacidad de alimentación trifásica son muy utilizadas para motores de baja potencia, verbigracia, bandas transportadoras.
- **Tetrapolar:** posee un circuito magnético con hasta cuatro contactos de fuerza y varios contactos auxiliares, son comunes en instalaciones trifásicas con neutro, se utilizan en gran manera para controlar motores trifásicos de alta potencia.

Hay también contactores para cada requerimiento de proyecto por ejemplo no usaremos el mismo contactor para manejar un motor de baja potencia que operará un proceso sencillo a un motor de mediana potencia para una tarea de exigencia para este motor, a continuación presentamos algunas aproximaciones de unas clases de contactores, se recomienda siempre revisar cada modelo con su respectiva ficha técnica debido a que cada fabricante tiene las consideraciones y ha probado su equipo para diversas situaciones por lo se debe

siempre tener precaución a la hora de clasificar o dimensionar los elementos eléctricos de un automatismo cableado.

Figura 44. **Categorías de contactores**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

2.4.5. Automatismos eléctricos

Son los circuitos y componentes necesarios para realizar el control automatizado de las máquinas eléctricas, en esta práctica se realiza de forma virtual una aproximación de un automatismo cableado en el software de simulación de circuitos eléctricos CADe_SIMU, en la siguiente práctica también se hará lo mismo, pero con un automatismo programado.

Automatismos cableados: Son los automatismos que se unen mediante uniones físicas entre los componentes que forman el sistema. Frecuentemente se encuentran dentro de una caja conocida como Cuadro Eléctrico.

Automatismos programados: Son los automatismos que se montan empleando controladores programables (PLC Programmable Logic Controller). En el cuadro eléctrico se encuentra también el autómeta.

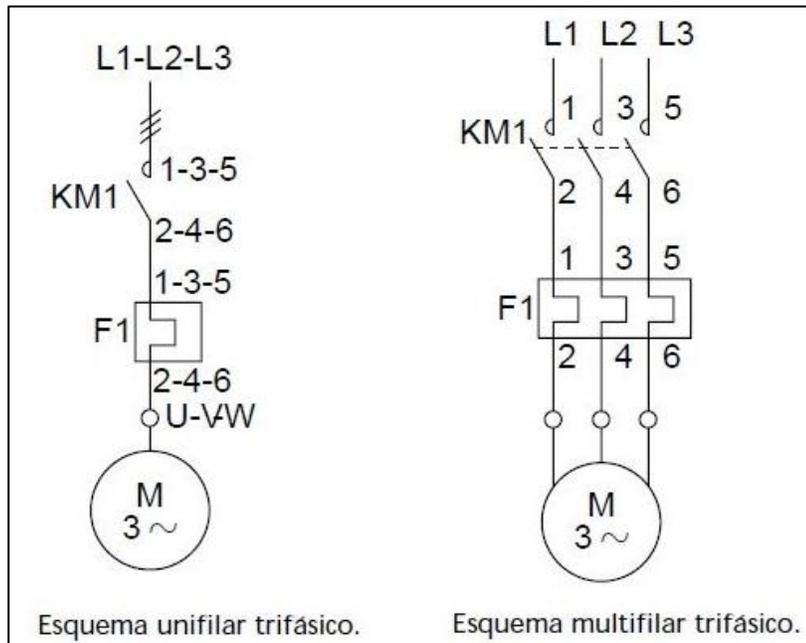
2.4.6. Esquemas de los automatismos

En electricidad se representan frecuentemente las instalaciones eléctricas o relaciones entre elementos de un sistema con esquemas unifilares o multifilares, y no es una excepción en cuanto a automatismo cableados se refiere, es común entonces encontrarnos con el diagrama multifilar o unifilar.

En el esquema unifilar se puede apreciar en un mismo trazo varios conductores o elementos que se repiten, se indica sobre este conductor los otros conductores presentes en el sistema/circuito. El esquema unifilar es uno de los documentos que forman parte del proyecto eléctrico.

El esquema multifilar a diferencia del anterior muestra frecuentemente todos los conductores eléctricos y donde se unen con los componentes que forman parte del proceso, instalación o sistema. Se utilizan comúnmente para representar esquemas de mando o esquemas de potencia de automatismos, los esquemas son una parte de los automatismos puesto que también detrás de todo un automatismo hay diseño, selección, simulación, ejecución, entre otros.

Figura 45. **Esquema unifilar y esquema multifilar**



Fuente: MailXMail. *Electricidad general*. <http://www.mailxmail.com/curso-electricidad-fisicos-tecnicos/esquemas-unifilares-multifilares>. Consulta: febrero de 2021.

Se recuerda que en automatismos eléctricos los esquemas que representamos ya sean de manera unifilar o multifilar son los esquemas de control y fuerza:

- Esquema de control: a veces conocido como circuito de mando, es el esquema que comanda la lógica del automatismo, en este se maneja poca corriente, las líneas de cables se suelen pintar con un trazo más fino, este comanda al esquema de fuerza, algunos elementos comunes en este esquema de control son las bobinas y contactos auxiliares de un contactor donde frecuentemente pasa poca corriente, elementos de diálogo hombre-máquina (pulsadores, interruptores).

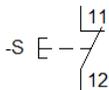
- Esquema de fuerza: representa frecuentemente la alimentación de accionadores en este esquema figuran los contactos principales de por ejemplo un contactor, relé térmico, entre otros. Debido a que en este esquema la cantidad de corriente si es de mediana o gran cantidad, el trazo de este esquema frecuentemente es grueso.

Ambos esquemas ya sea el de control o el de fuerza pueden representarse de forma unifilar o multifilar esto no se da siempre depende de varios factores alguno podría ser la normativa vigente que se trabaje en el lugar o se requiera para el proyecto.

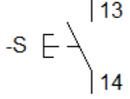
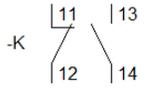
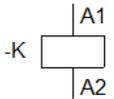
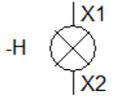
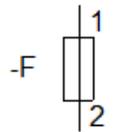
2.4.7. Dispositivos básicos en un automatismo

En el esquema de control se encuentran algunos dispositivos frecuentemente se mencionan algunos en la siguiente tabla estos símbolos son los que se encuentran en el programa para simulación de automatismos eléctricos CADe_SIMU, aunque algunos dispositivos no están basados bajo normativa específica, este programa trata de mostrar visualmente tanto dispositivos como simulaciones lo más aproximado posible a un automatismo formal.

Tabla VII. Dispositivos del esquema de control en CADe_SIMU

Símbolo	Nombre	Descripción
	Pulsador normalmente cerrado (NC)	Componente eléctrico tiene un estado inicial que conduce corriente, interrumpe el paso de la corriente eléctrica solo el instante cuando es presionado.

Continuación de la tabla VII.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Pulsador normalmente abierto (NA/NO)	Componente eléctrico da paso a la corriente eléctrica solo cuando se presiona, dicho de otra manera, se presiona este pulsador y se realiza la acción de conducir la corriente eléctrica durante el tiempo que se presione este pulsador, por lo que cuando solo se presiona durante un breve instante este solo dará un impulso de corriente.
	Contacto auxiliar de contactor NC/NO	Se encarga de realizar tareas complementarias del contactor eléctrico como enclavamientos no circulan por este elemento tanta corriente. Pueden encontrarse en conjunto o separadas.
	Bobina de contactor (A1-A2)	Se encarga de atraer internamente los contactos principales o de fuerza y los contactos auxiliares con su mecanismo para dar paso a la corriente eléctrica a otros elementos.
	Lampara/piloto de señalización	Se encarga de dar aviso visual a alguna acción elegida ya sea el estado inactivo, emergencia, activo de un circuito.
	Fusible de protección	Se encarga de cortar el paso de la corriente cuando esta supera el valor nominal de la corriente a la que el fusible está fabricado. Evitando así daños a los conductores y algunos equipos del automatismo cableado.

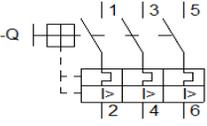
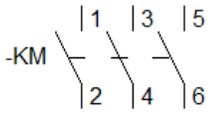
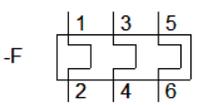
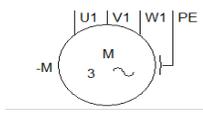
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Cabe resaltar que la intensidad de corriente que circula en un esquema de control es frecuentemente menor a 10 amperios. Este circuito está eléctricamente separado del esquema de fuerza, entonces ambos circuitos pueden trabajar a voltajes de operación diferentes ósea que se puede encontrar el caso en el que el esquema de control funcione a 24 voltios en corriente continua y comande unos

contactores que en sus contactos de fuerza trabajan con motores de potencia mediana debido a que en el esquema de fuerza se maneja posiblemente una alimentación trifásica con un transformador proveyéndole de una potencia óptima a la demanda del motor, en el esquema de mando el valor del voltaje o corriente depende a veces de las especificaciones técnicas de la bobina del contactor, por lo que se recomienda definir con propiedad o verificar en su respectivo manual los componentes de este esquema.

Se va a proceder con una tabla resumida con dispositivos frecuentemente utilizados en esquemas de fuerza.

Tabla VIII. **Dispositivos del esquema de fuerza en CADe_SIMU**

Símbolo	Nombre	Descripción
	Disyuntor trifásico	En CADe_SIMU se emplea frecuentemente este elemento para representar la protección del cableado tanto para falla térmica (sobrecarga) y magnética (corto circuito).
	Contactos principales de contactor	Son los contactos de fuerza o los encargados de alimentar la carga eléctrica frecuentemente máquinas eléctricas.
	Contactos principales de relé térmico	Se dice que estos contactos dan paso a la corriente eléctrica para el motor, aunque realmente su función es compleja puesto que está hecho para darle protección en especial al motor contra sobrecarga, fallo de alguna fase y diferencias de carga entre fases.
	Motor trifásico	Se encarga de la potencia mecánica para algún proceso en el trabajo.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

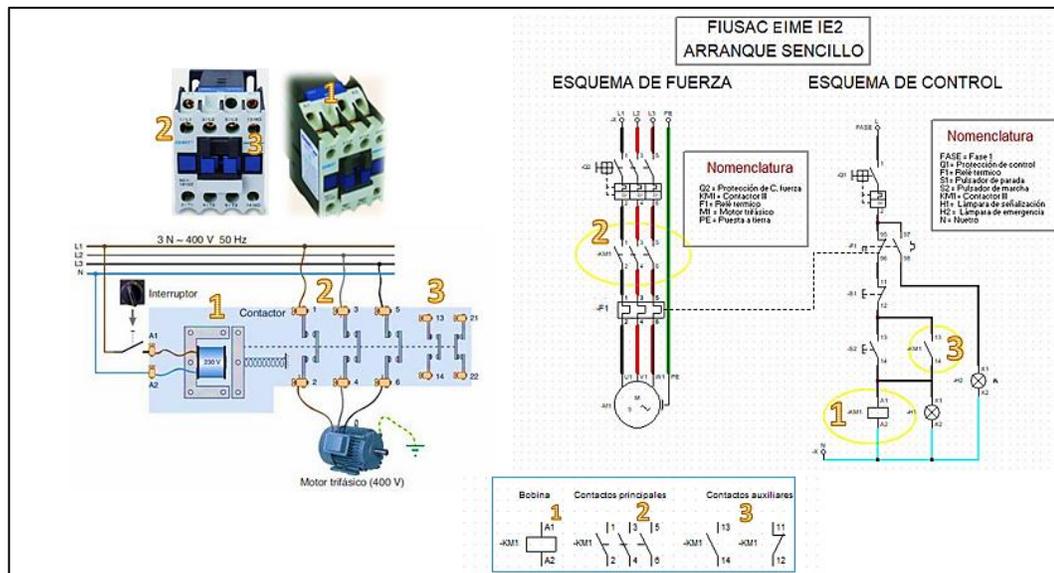
En el esquema de fuerza asumiremos como que se encuentran más protecciones que en el esquema de control, puesto que en el esquema de fuerza se maneja una cantidad de corriente considerable, debemos de proteger el automatismo en general, pero debemos poner especial atención en este esquema puesto que un motor eléctrico es una máquina de costo considerable, como los conductores son de mayor calibre también tienen un alto costo, por eso se colocan protecciones para falla térmica y magnética.

- Disyuntor (protección termomagnética): se encarga de interrumpir dos fenómenos de la corriente eléctrica, interrumpe cuando encuentra una falla térmica o magnética.
 - Falla térmica: se le conoce como sobrecarga y se refiere a calentamientos anormales en el conductor esto se podría a que el conductor está hecho para soportar cierta cantidad de corriente, si a este conductor se le hace circular corrientes más grandes de las que puede soportar se generaría una sobrecarga por ende calentamiento ocurre frecuentemente cuando colocamos demasiadas cargas en un mismo momento o sobrepasamos valores aceptables y óptimos de funcionamiento.
 - Falla magnética: se le conoce como cortocircuito se refiere a un incremento brusco de la corriente eléctrica por un choque directo de dos conductores, por ejemplo, el cable activo con el cable de cero voltios sin ninguna carga entre ellos generara este cortocircuito.

2.4.8. Descripción de esquema de control y esquema de fuerza

A continuación, se describirá de manera superficial algunos componentes y datos importantes sobre un automatismo cableado, se debe recordar del arranque sencillo de motor trifásico con enclavamiento.

Figura 46. Esquema control y esquema de fuerza



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Como se observa en la figura 46 tenemos un automatismo cableado de manera virtual en CADe_SIMU con su esquema multifilar tanto el esquema de control y el esquema de fuerza porque observamos todos los componentes o conductores que se unirán, también se han colocado otras referencias (imagen de contactor, componentes simbólicos segmentados de un contactor) para que se pueda observar que ambos circuitos están funcionando de manera conjunta o que algunos elementos están presentes en ambos esquemas, sabiendo que el esquema de control comandará el esquema de fuerza:

- Se observa que el trazo de las líneas que representan el cableado del automatismo es más fino en el esquema de control.
- Se observa que el trazo de las líneas del esquema de fuerza es más grueso.
- Hay nomenclatura en cada elemento de estos esquemas y corresponden a letras frecuentemente acompañadas de un número (Q1, F1,S1,S2), esto no se hace porque si dependiendo del lugar o normativa de trabajo así será la nomenclatura o marcado de bornes de estos elementos.
- Hay componentes que tienen el mismo nombre y están presentes en los dos esquemas, ósea el elemento (contactor) KM1 por ejemplo se encuentra tanto en el esquema de control como en el de fuerza.
- Se observa un tramo de línea discontinua entre los dos esquemas, entre el elemento (F1= contactos principales de relé térmico) del esquema de fuerza con el elemento (F1 contactos auxiliares) del esquema de control, a veces dependiendo de tipo de plano o esquema suele encontrarse este tipo de línea y frecuentemente representa que este elemento es el mismo hablando de su constitución física no debe confundirse con cablear estos componentes o tramos de línea discontinua.
- El tramo de línea discontinua entendienddo que se debía colocar también en un contactor acá en esta figura no se observa, se ha dejado así porque a veces se encuentran los esquemas de los automatismos sin esta línea discontinua y entonces se debe tener el conocimiento tanto de esquemas como de hojas técnicas de los componentes idealmente para entender que

algunos componentes están presentes en ambos esquemas funcionando para que el circuito o proyecto funcione correctamente.

- Es importante aproximar la nomenclatura a tablas estandarizadas internacionalmente por el bien su esquema o por si es un requerimiento de proyecto, se debe de trabajar ordenado así sea de manera virtual los esquemas se deben presentar lo más estéticos posibles.

2.5. Marco teórico Laboratorio 5

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos de la practica 5 de laboratorio.

2.5.1. Controlador lógico programable

El controlador lógico programable (PLC) apareció a finales del año 1960. El enorme costo que significaba un sistema basado en antiguos relés motivó la creación de este increíble autómatas programable, El Modicon 084 fue uno de los primeros modelos, está en exhibición en la sede de Modicon en el norte de Andover, Massachusetts.

El PLC en palabras sencillas es como una computadora para controlar componentes o maquinas, en base a una lógica definida por un programa, utilizada en la automatización industrial, para comandar procesos electromecánicos, electroneumáticos, control de maquinaria entre otros.

Los PLCs hoy constituyen el cerebro de toda lógica de control, en sus versiones micro, media y maxi PLC, debemos conocerlos con exactitud porque serán la primera alternativa de control general, tanto domésticos como en

motores, máquinas de café o industriales, como en refinerías petroleras, o comerciales, edificios inteligentes, dentro de sus normas específicas. Sus programadores en un futuro no muy lejano podrían ser los tecnólogos con buena demanda mundial.

2.5.2. Tipos de PLC

Hay diversos tipos de este dispositivo, también una variedad de fabricantes entre estos se puede mencionar:

Tabla IX. **Algunos tipos de PLC**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

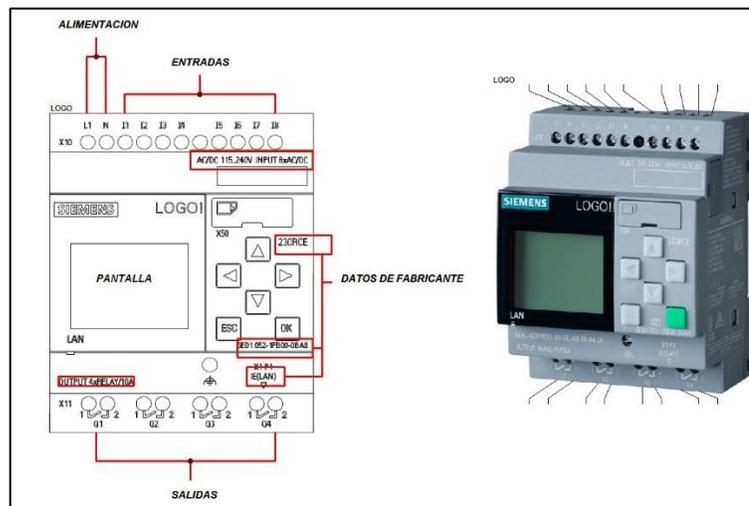
Algunos fabricantes de renombre son:

- ABB
- Siemens
- Schneider
- Allen Bradley
- Omron
- Mitsubishi

2.5.3. Partes de un PLC

A continuación, se mencionan algunas partes importantes de un PLC, tales como las entradas, las salidas y un repaso breve de como ejecuta los procesos de manera interna.

Figura 47. Hardware mini PLC (Logo 8)



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Entradas: pueden ser entradas digitales o analógicas dependiendo de su modelo o fabricante, estas pueden realizar la conversión entre una magnitud física y una magnitud eléctrica que el PLC puede trabajar.

- Entrada digital: toman dos estados, por ejemplo, 1 para representar presencia de señal (encendido/todo) y 0 para representar ausencia de señal (apagado/nada).
- Entrada Analógica: toman valores en un intervalo, en palabras sencillas estas entradas aceptan varios estados dependiendo del uso que se le quiera dar.

En la figura 47 se observa el mini PLC (logo 8) se observa que cuenta con 8 entradas digitales descritas en su carcasa y numeradas (I1-I8), este modelo no cuenta con entradas analógicas. Un pulsador o interruptor se utiliza frecuentemente para las entradas de un PLC para enviar un 1 (voltaje/todo) o un 0 (sin voltaje/nada), incluso hay sensores que envían señal digital, verbigracia, sensores de presencia que pueden alimentar una entrada del PLC. Si se tiene algún componente que no envía puramente una señal digital, sino que envía un intervalo de valores se debe considerar algún otro modelo de PLC que si especifique en su hoja/ficha técnica que cuenta con entradas analógicas, se recomienda escoger el modelo dependiendo de las necesidades del proceso o proyecto.

Salidas del PLC: proveen señal de tipo todo o nada a dispositivos eléctricos, cuando el módulo es de salidas a relé esta señal interna podría conducir un valor de corriente mediano pero las señales regularmente se utilizan para accionadores o preaccionadores.

Las salidas del PLC frecuentemente se utilizan para activar algunos dispositivos de más potencia como un contactor (bobina), relé de potencia, entre otros. Esto se debe a que dependiendo del modelo algunos autómatas no pueden soportar gran cantidad de corriente en sus salidas, los PLC que tienen salida a relé pueden soportar dependiendo del modelo hasta 10 amperios para carga resistiva y 2 amperios para carga inductiva o capacitiva. Por eso las salidas pueden comandar una bobina de contactor que dependiendo de su ficha técnica podría comandar a un motor de gran potencia.

Hay ocasiones en que se necesitan salidas de respuesta rápida, hay modelos que manejan salidas a transistor, estas salidas tienen una velocidad de conmutación superior a la de las salidas a relé, por eso se reitera que esta selección del PLC se debe tratar de manera cuidadosa con cada uno de los requerimientos de un proceso o un proyecto.

2.5.4. Automatismos programados

Son aquellos automatismos eléctricos donde se emplean los Controladores Lógicos Programables (conocidos por su nombre en inglés PLC, *programmable logic controller*).

Figura 48. **PLC en cuadro eléctrico**



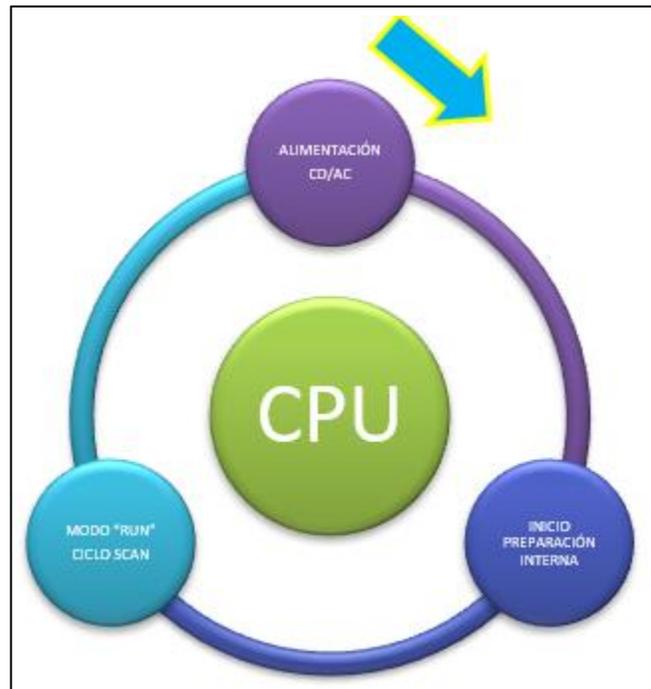
Fuente: Pixabay. *Más de 1 millón de imágenes gratis para descargar.* <https://pixabay.com/>.

Consulta: febrero de 2021.

2.5.5. Procesos comunes importantes del PLC

Se resumirá el funcionamiento del controlador lógico programable para entender algunos de los procesos que realiza este importante componente en un proceso automatizado.

Figura 49. **Procesos del PLC**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

La alimentación del PLC para que este encienda y pueda empezar su funcionamiento puede ser de corriente CA/DC puede alimentarse desde 24 voltios hasta 230 voltios dependiendo del modelo y fabricante, realmente esta información se debe de verificar en su ficha técnica para que no se estropee el equipo debido al alto costo de este dispositivo.

2.5.6. Ejecución de programa (CPU trabajando)

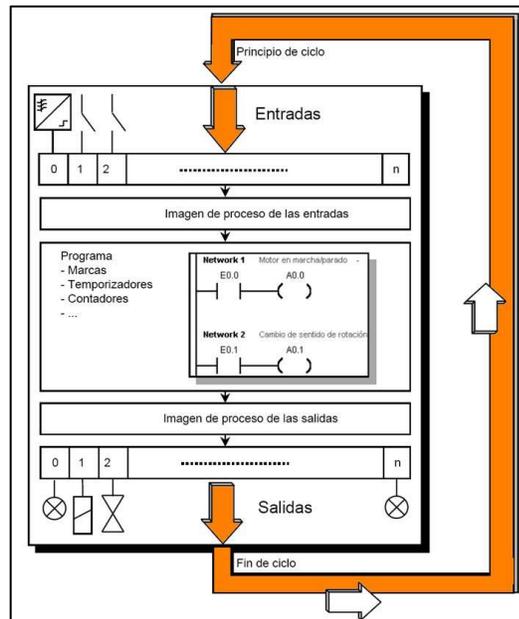
Para entender parte del funcionamiento interno de un PLC se debe mencionar el ciclo *Scan*, en esta etapa es cuando la CPU (procesador y memoria del autómeta) ejecuta el programa del usuario. Antes de entrar a este ciclo el PLC

es energizado de manera inicial, hay unos procesos y chequeos automáticos que este realiza para verificar que se encuentra de manera óptima, se sitúa en el estado *stop*, no ejecuta la programación del usuario hasta pasar el modo RUN.

Una vez en modo RUN el autómata entra a la ejecución del programa o ciclo *Scan* esta operación se realiza de forma cíclica, dividiendo cada ciclo en tres etapas:

- La CPU copia las señales de los módulos físicos de entradas del autómata en un área de memoria del autómata llamada Imagen de proceso de entrada (PAE).
- Con base en la información de las entradas (PAE) se ejecuta el programa hecho por el usuario, los resultados de las instrucciones se almacenan en un área de memoria denominada imagen de proceso de salida (PAA).
- Se escribe la información de la PAA en los módulos físicos de salida.

Figura 50. Ciclo Scan



Fuente: BIRT_{th}. *Formación profesional*. <https://www.birt.eus/> . Consulta febrero de 2021.

Un ciclo Scan suele durar entre 3 y 10 milisegundos, este tiempo depende del modelo, fabricante, número de instrucciones, entre otros. Se puede decir que se divide en dos partes principales.

- Tiempo de sistema operativo suele ser el más corto, se da en la fase de almacenamiento de información de entradas (1) y en escribir las salidas (3).
- Tiempo para ejecutar las instrucciones, lectura de programa, entre otros. Este tiempo es levemente superior al tiempo anterior.

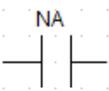
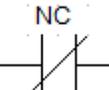
2.5.7. Símbolos de programación gráfica Ladder en el PLC

Coloquialmente conocido como diagrama escalera es un lenguaje gráfico de contactos de programación utilizado frecuentemente en autómatas, fue uno de los primeros utilizados para programar los autómatas debido a la similitud con los antiguos diagramas de relés que son conocidos por la mayoría de los electricistas.

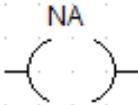
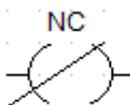
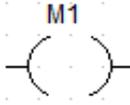
En el programa de simulación de automatismos eléctricos CADe_SIMU se encuentran algunos símbolos virtuales de este lenguaje que son muy aproximados a los estandarizados del diagrama Ladder, en este simulador se puede visualizar sobre la misma área de trabajo el funcionamiento de esta programación Ladder en conjunto con su respectivo autómata programable virtual.

Algunos de los símbolos de este diagrama Ladder que se encuentran en CADe_SIMU son:

Tabla X. **Símbolos comunes de diagrama Escalera**

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un 1 lógico en el elemento que representa, en otras palabras, deja pasar la señal mientras este activado el 1 lógico.
	Contacto NC	Frecuentemente este contacto se comporta de manera interna esto quiere decir que internamente ya está conduciendo un 1 lógico por lo que si se le coloca tensión en una entrada o un 1 lógico este contacto se abre y ya no deja fluir señal a las instrucciones. Por eso suele representar pulsadores de parada.

Continuación de la tabla X.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Bobina NA	Se activa cuando se le da la instrucción de 1 lógico y representa frecuentemente la salida física, si esta activada puede proveer señal en el módulo físico de salidas para comandar algún componente o carga externa al autómata. Algunas veces también se usa para hacer un papel de variable interna.
	Bobina NC	Representa una señal y al recibir un 1 lógico esta bobina se cancelará puesto que con la señal de 1 lógico se abrirá por ser normalmente cerrado, el comportamiento inverso de la bobina NA.
	Marca interna	Las bobinas algunas veces también se usan para hacer un papel de variable interna conocida como marca, esta es de gran utilidad puesto que de manera interna podemos tener esta señal guardada internamente, además de proveer seguridad y no utilizar muchos procesos sobre una salida física sino podemos guardar ciertas señales en varias marcas que luego pueden comandar nuestras salidas físicas sin ningún inconveniente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

2.5.8. Descripción de programación en el PLC

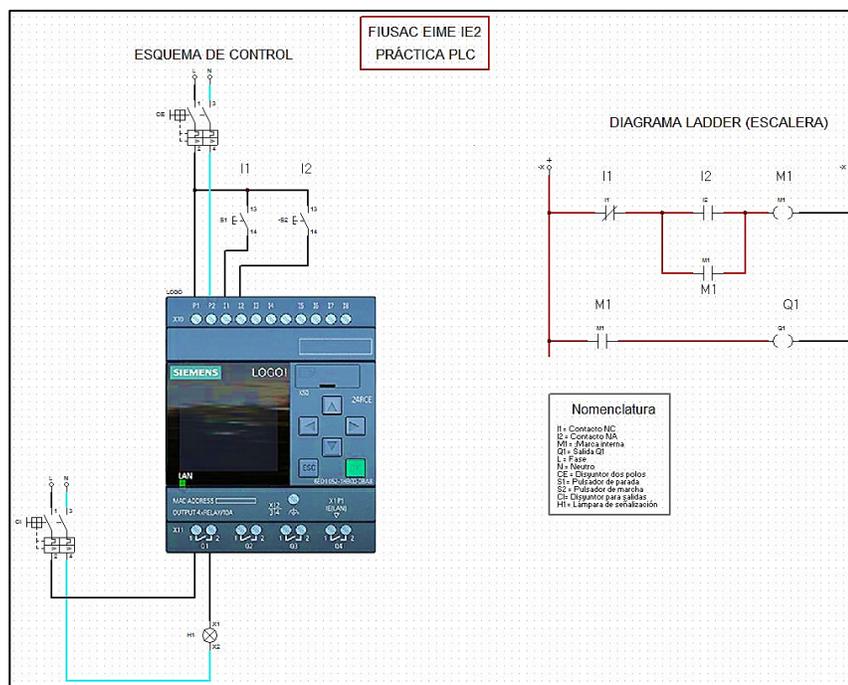
Recordemos que el lenguaje de programación en un autómata es la herramienta a través de la cual se puede manejar el conjunto de instrucciones del autómata para realizar funciones lógicas y de cálculo de la CPU.

Hay diversas maneras de realizar la programación de un PLC, algunos lenguajes de programación son de tipo Ladder, lógico, estructurado, entre otros.

por el motivo de esta práctica, se describe el lenguaje de contactos o Ladder (escalera).

Su principal ventaja es que los símbolos (elementos) que utiliza están normalizados y son empleados por casi todos los fabricantes de PLC.

Figura 51. **Circuito con programa Ladder**

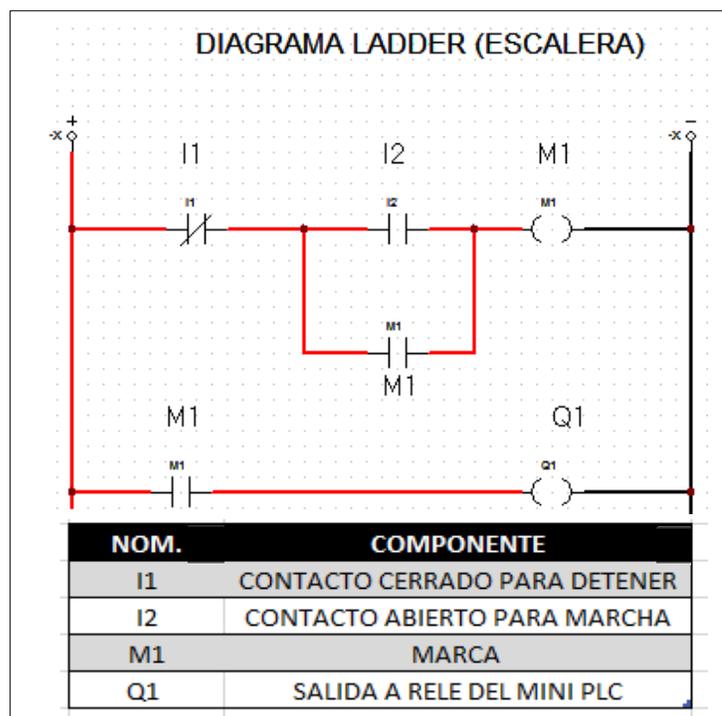


Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Como se observa en la figura 51 en la parte izquierda se observa un esquema de control, en la parte derecha se observa el diagrama Ladder, estos dos esquemas están ligados el uno al otro para funcionar en CADe_SIMU se realizan ambos esquemas en el mismo área de trabajo puesto que este solo busca simular de forma gráfica y virtual como es que funcionan ambos esquemas, en la vida real frecuentemente cada fabricante del autómatas provee del software

o manual de su modelo para realizar la respectiva programación del PLC, una vez realizada la programación suele compartirse vía memoria o cable LAN (*ethernet*) desde la computadora hacia el autómatas. A continuación, se procede con la descripción del diagrama Ladder.

Figura 52. **Diagrama Ladder**



Fuente: elaboración propia, empleando CAdE_SIMU V4.0.

Como se muestra en la figura 52 los diferentes elementos virtuales presentes en el diagrama Ladder, se definirá en tres partes las entradas, las marcas y las salidas.

Se le llaman contactos a los elementos virtuales que deciden si activar o no una marca o salida, se podría decir que es una variable lógica o binaria debido a que el contacto solo posee dos posibles estados 0 o 1.

Este circuito ejemplo de la figura 51 muestra el enclavamiento eléctrico con un autómatas, teniendo entradas (I1 e I2), I2 como inicio de enclavamiento y a I1 como parada de enclavamiento, si observamos el esquema de control en la parte izquierda tanto I1 e I2 están siendo comandadas externamente por pulsadores.

Como se muestra en la figura 52 en el diagrama Ladder hay un tipo de salida conocida como marca (M1) se utiliza para guardar un estado, este estado puede utilizarse posteriormente y comandan a las salidas frecuentemente, se realiza una marca por que esta no va a cambiar de estado en caso de algún fallo del circuito externo. Cuando se restablezca el fallo la marca conservara su mismo estado, a diferencia de una bobina estropeada esta no volvería con su mismo estado al circuito, esto podría hacer que la lógica de programación pudiera fallar.

Se debe pensar en el enclavamiento realizado en la práctica de contactores eléctricos puesto que la lógica es la misma, la marca (M1) tendrá un contacto en paralelo al pulsador de inicio (I2) de enclavamiento para así quedar este en función permanente hasta que el pulsador de parada termine con este enclavamiento. En este circuito se guarda el enclavamiento en la Marca (M1) para posteriormente utilizar a la marca (M1) como comandante de la bobina (Q1) esta salida pertenece al módulo físico de salidas.

Las salidas son las que proveen la señal de corriente hacia alguna carga, verbigracia, bobinas de contactores, lámparas, entre otros. en un circuito eléctrico. se las identifica normalmente con la letra S, A, o Q dependiendo del fabricante. Si observamos la salida (Q1) debe encender la lampara de

señalización cuando el enclavamiento sea efectivo, de esta manera sabremos si la programación de Ladder está siendo funcional, sino se activa la señal en Q1 y por ende la lampara no prendera, se debe realizar inspección de la programación, se recomienda revisión de nomenclatura, tramos de cables, entre otros.

2.5.9. Ventajas de un PLC

- PLC compacto ideal para tareas de domótica.
- Alta fiabilidad debido a su diseño compacto.
- Realiza tareas con un menor número de dispositivos eléctricos debido a su constitución interna (temporizadores, contadores, entre otros).
- Interfaz tecnológica

2.5.10. Desventajas de un PLC

- El PLC compacto tiene muy pocos módulos de expansión para tareas exigentes.
- Alto precio

Se necesita personal altamente calificado para control óptimo y evitar pérdida de equipo con accidentes.

3. PRÁCTICAS PROPUESTAS Y EJEMPLOS

3.1. Práctica de Laboratorio 1

En esta práctica se van a realizar las mediciones eléctricas básicas de voltaje y corriente un circuito sencillo de CA con una carga eléctrica en serie en el simulador en línea EasyEDA.

NOTA: antes de realizar lo relacionado a la práctica 1 y 2, Se le recomienda ver los videos de primeros pasos en el simulador EasyEDA para tener idea de inicio de sesión gratuito o el importante modo SIM (ver apéndice 2).

3.1.1. Objetivo general

Que el estudiante pueda armar, simular y realizar las respectivas mediciones de voltaje en paralelo también la corriente en serie, de un circuito sencillo de CA en el simulador propuesto EasyEDA.

3.1.2. Objetivos específicos

- Colocar en el área de trabajo de EasyEDA los diferentes componentes básicos que se muestran en el circuito de la práctica 1.
- Colocar los diferentes tramos de cable para el circuito en el simulador EasyEDA.

- Colocar el multímetro en paralelo a la carga para la medición del voltaje en el circuito y realizar la respectiva simulación en EasyEDA.
- Colocar el multímetro en serie a la carga para la medición de corriente en el circuito y realizar la respectiva simulación en EasyEDA.

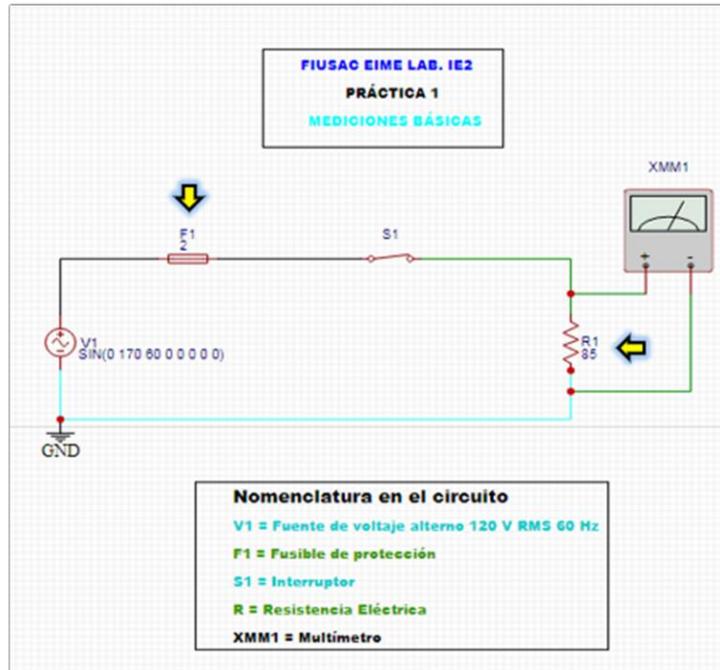
3.1.3. Equipo

- Computadora con servicio de Internet.

3.1.4. Desarrollo de la práctica

Para comprobar si se ha aprendido de buena manera el ejemplo de laboratorio 1 (ver apéndice 3), con el mismo enunciado con la salvedad de cambiar los siguientes datos, coloca un valor en la resistencia de 85 ohmios, también importante un valor de fusible de 2 amperios, y llena la tabla de datos de esta práctica, a continuación, se muestra cómo podría quedar el circuito de esta práctica.

Figura 53. Circuito para la práctica 1



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

En las siguientes tablas se deben anotar los valores de voltaje y corriente que obtuvo en el circuito de la figura 53.

Nota: debido a que la medición es virtual, el estudiante debe considerar bajo sus propios criterios alguna incerteza para su medición.

Tabla XI. Medición de voltaje

Medición	Valor RMS	Unidad de Medida
Voltaje		[]

Fuente: elaboracion propia, empleando Microsoft Word 2016.

Tabla XII. **Medición de corriente**

Medición	Valor RMS	Unidad de Medida
Corriente		[]

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

- Se debe agregar también las respectivas pruebas de realización de la práctica y sus respectivos objetivos, puede ser en forma de foto, capturas, documento PDF, entre otros.
- Requerimientos de tutor de laboratorio.

3.1.5. Ejemplo de Laboratorio 1

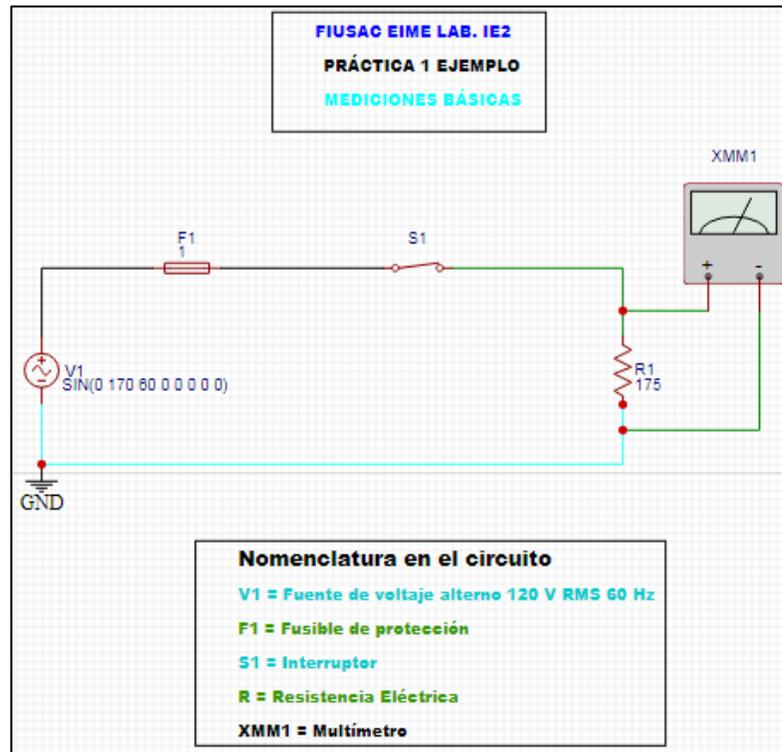
En este apartado se va a exponer el ejemplo simulado que servirá para la práctica 1 de laboratorio.

En este ejemplo se resume de manera sencilla y escrita lo realizado en el material o videotutorial de este ejemplo de laboratorio 1 (ver apéndice 3).

3.1.5.1. Circuito ejemplo de Laboratorio 1

A continuación, se muestra el procedimiento de cómo se debe realizar el circuito eléctrico en CA, que consiste en una fuente de voltaje alterno con una resistencia en serie, su respectiva medición de voltaje y corriente.

Figura 54. Circuito ejemplo de Laboratorio 1 en el simulador EasyEDA

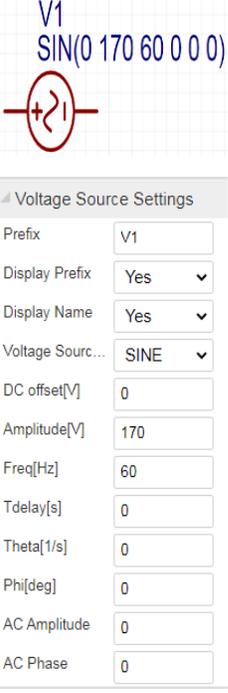
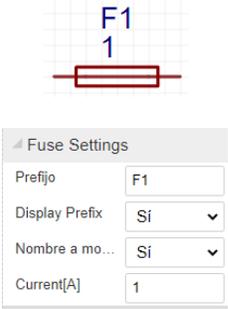
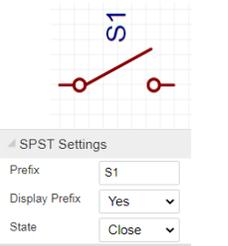


Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

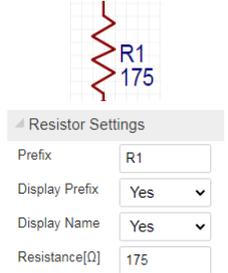
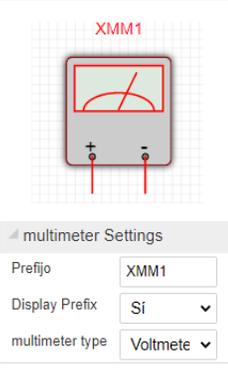
3.1.5.2. Procedimiento de los componentes y sus datos

- Empieza a colocar los componentes necesarios para este circuito en el área de trabajo de EasyEDA, para este ejemplo se emplearán los componentes eléctricos que se observan en la figura 54 una fuente de voltaje, fusible, interruptor, carga (resistencia) y multímetro.

Tabla XIII. Componentes y sus datos ejemplo 1

Componente en simulador EasyEDA	Símbolo de componente y datos	Configuración de sus datos
Fuente de alimentación alterna (V1)	 <p>V1 SIN(0 170 60 0 0 0)</p> <p>Voltage Source Settings</p> <p>Prefix: V1</p> <p>Display Prefix: Yes</p> <p>Display Name: Yes</p> <p>Voltage Sourc...: SINE</p> <p>DC offset[V]: 0</p> <p>Amplitude[V]: 170</p> <p>Freq[Hz]: 60</p> <p>Tdelay[s]: 0</p> <p>Theta[1/s]: 0</p> <p>Ph[deg]: 0</p> <p>AC Amplitude: 0</p> <p>AC Phase: 0</p>	<p>Para la fuente de voltaje se debe colocar estos datos en sus parámetros.</p> <p><i>Prefix:</i> nombre de la fuente de voltaje (V1).</p> <p><i>Display Prefix:</i> si se desea que se visualice el nombre de la fuente de voltaje se debe elegir Yes.</p> <p><i>Display Name:</i> si se desea que se visualice los datos generales de la fuente de voltaje se debe elegir Yes.</p> <p><i>Voltaje source:</i> se colocó de tipo <i>SINE</i>.</p> <p><i>Amplitude:</i> se colocó un valor de voltaje pico de 170 voltios.</p> <p><i>Freq:</i> se colocó un valor de 60 hercios.</p> <p>Los parámetros <i>Prefix</i>, <i>Display Prefix</i> y <i>Display Name</i> se dejarán como aparecen por defecto regularmente, los datos que no configuraremos para esta práctica se colocó cero.</p>
Protección eléctrica (F1)	 <p>F1 1</p> <p>Fuse Settings</p> <p>Prefijo: F1</p> <p>Display Prefix: Sí</p> <p>Nombre a mo...: Sí</p> <p>Current[A]: 1</p>	<p>Protección para el circuito: Se debe colocar en este caso un fusible. Se debe digitar estos datos en sus parámetros.</p> <p><i>Current:</i> se colocará el valor de 1 amperio.</p> <p>Para idea del cálculo de un fusible ver ejemplo teórico en marco teórico de la práctica.</p>
Interruptor (S1)	 <p>S1</p> <p>SPST Settings</p> <p>Prefix: S1</p> <p>Display Prefix: Yes</p> <p>State: Close</p>	<p>Para comandar el flujo de la corriente eléctrica en el circuito se debe colocar en el área de trabajo un interruptor (SPST). Se debe colocar estos datos en sus parámetros.</p> <p><i>State:</i> Se debe configurar en <i>close</i> para que la corriente circule en el circuito.</p>

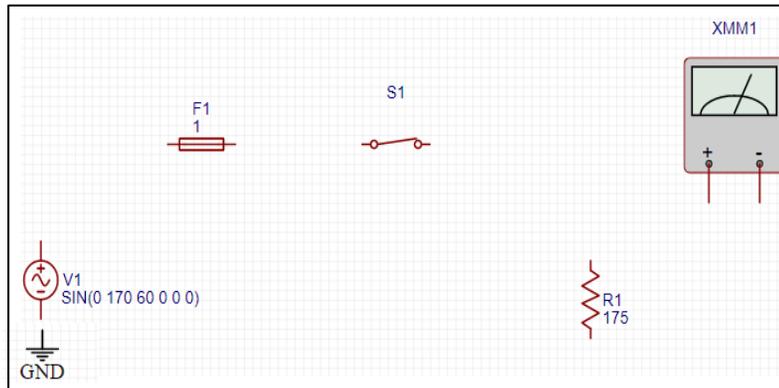
Continuación de la tabla XIII.

Componente en simulador EasyEDA	Símbolo de componente y datos	Configuración de sus datos
Carga (Resistencia R1)	 <p>The image shows a resistor symbol labeled R1 with a value of 175. Below it is the 'Resistor Settings' dialog box with the following fields: Prefix (R1), Display Prefix (Yes), Display Name (Yes), and Resistance[Ω] (175).</p>	<p>Carga (electricidad): se debe colocar en el área de trabajo una resistencia eléctrica para este circuito. Se debe colocar estos datos en sus parámetros.</p> <p><i>Resistance</i>: se debe digitar el valor de 175 ohmios.</p>
GND referencia	 <p>The image shows a standard ground symbol with the text 'GND' written below it.</p>	<p>Sus datos quedaron por defecto.</p>
Multímetro virtual (XMM1)	 <p>The image shows a virtual multimeter symbol labeled XMM1. Below it is the 'multimeter Settings' dialog box with the following fields: Prefijo (XMM1), Display Prefix (Sí), and multimeter type (Voltmete).</p>	<p>El multímetro cuenta con dos salidas (bornes de conexión) el primero de ellos positivo (+) y el segundo negativo (-). Los parámetros que podríamos modificar:</p> <p><i>prefix</i> (nombre). <i>display prefix</i> (si se desea que se vea el nombre). <i>multimeter type</i> (se podría colocar en voltímetro o amperímetro).</p>

Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Los componentes y sus datos para este ejemplo podrían quedar como se observa en la figura 55.

Figura 55. **Componentes ejemplo de Laboratorio 1**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

3.1.5.3. Colocación de tramos de cable

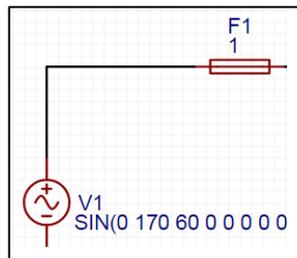
Lógicamente luego de colocar los componentes en el área de trabajo de EasyEDA se debe colocar los tramos de cable.

Si se observa cada componente cuenta con dos bornes virtuales de conexión uno en la parte izquierda y uno en la derecha, esto se aprecia colocando en posición horizontal el componente eléctrico, es importante que se entienda esto debido a que frecuentemente las conexiones de los tramos de cable se verán como conexión en borne izquierdo (entrada) o conexión en borne derecho (salida).

Empieza por la fuente de voltaje que está en la parte izquierda del circuito, recuerda que la alimentación tiene positivo/negativo, el polo positivo que se le llamara cable activo y el polo negativo que se le llamara cable con aproximadamente cero voltios.

Se debe colocar un tramo de cable desde el borne positivo hacia el borne izquierdo del fusible (F1) este se encuentra de forma horizontal.

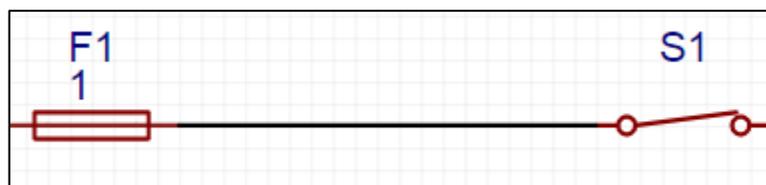
Figura 56. **Tramo de cable; positivo (+) - fusible (F1)**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Se debe colocar un tramo de cable en el borne derecho del fusible (F1) hacia el borne izquierdo del interruptor (S1).

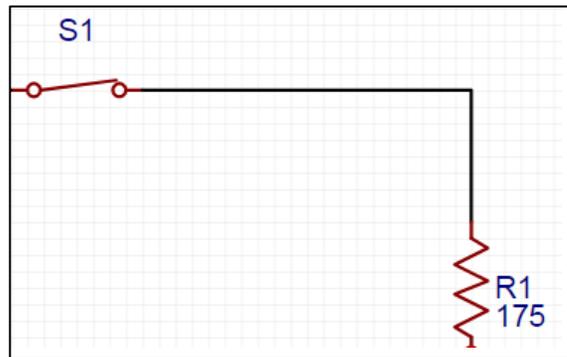
Figura 57. **Tramo de cable; fusible-interruptor**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Se debe colocar un tramo de cable en el borne derecho del interruptor (S1) hacia un borne de la carga en este caso una resistencia (R1).

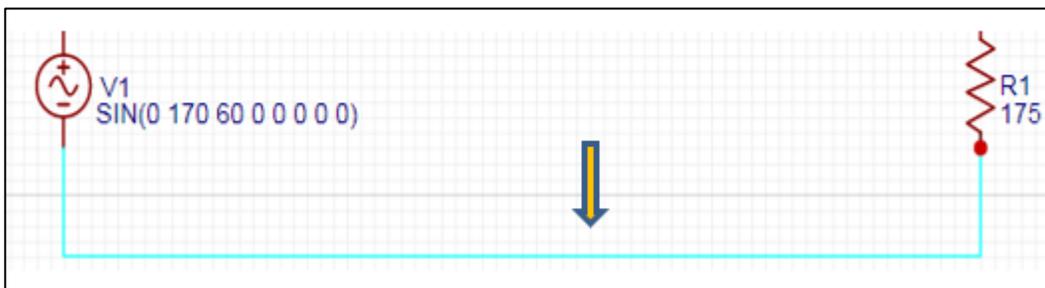
Figura 58. **Tramo de cable; interruptor-carga**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Para cerrar este circuito se debe conectar el segundo borne de la carga (R1) hacia el cable negativo (-) de la fuente o también conocido como neutro.

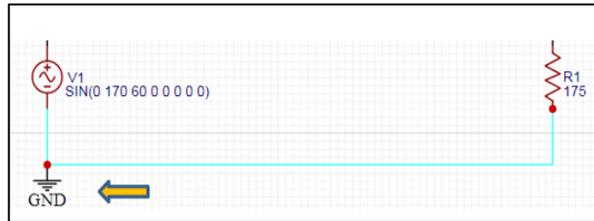
Figura 59. **Tramo de cable; carga-cable con cero voltios**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Nota: no se debe olvidar colocar el cable con aproximadamente cero voltios a referencia GND, esto es entre muchas razones para seguridad y que el voltaje de cero voltios del neutro sea lo más estable posible en caso de pérdida de neutro, al no colocarlo la simulación dará un aviso de esto.

Figura 60. **Conexión de cable; cero voltios-GND**

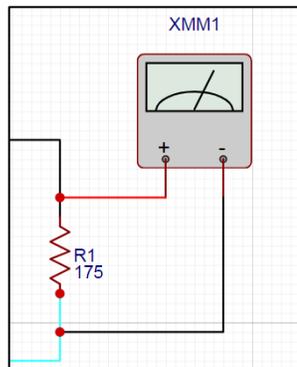


Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

3.1.5.4. **Simulación de medición de voltaje en EasyEDA**

Se va a proceder con la colocación del multímetro virtual en paralelo, hay que darse cuenta de que el multímetro cuenta con dos cables un positivo y uno negativo, el cable positivo se debe conectar al cable activo con alto potencial que viene del interruptor, el cable negativo del multímetro debe ir conectado al cable con aproximadamente cero voltios de la fuente. Se muestra la figura 61 para complementar la medición de buena manera.

Figura 61. **Multímetro en paralelo a la carga**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Se va a simular el circuito, primero se debe guardar el proyecto en el simulador EasyEDA, luego se va a simular el circuito y se va a anotar el respectivo valor que nos despliega el multímetro en su pantalla.

Tabla XIV. **Medición de voltaje ejemplo 1**

Medición	Valor RMS
Voltaje [V]	120,1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

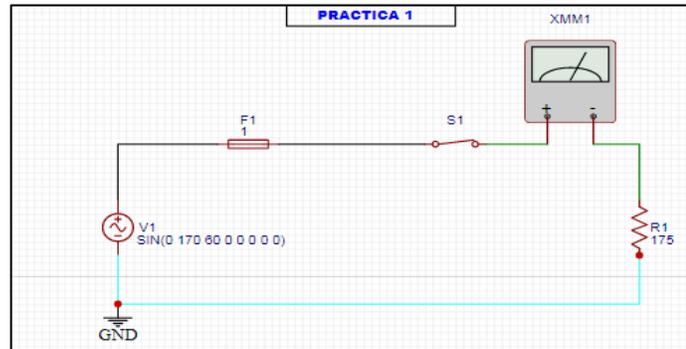
Nota: Debido a que la medición es virtual, el estudiante debe considerar bajo sus propios criterios alguna incerteza para su medición.

3.1.5.5. Simulación de medición de corriente en EasyEDA

Seguidamente se va a realizar la medición de corriente en el mismo circuito, para ello se debe borrar los tramos de cable del multímetro que colocamos en paralelo a la resistencia anteriormente, se debe colocar el multímetro en serie para la medición de corriente en el circuito, se debe borrar el tramo de cable del interruptor hacia la carga, de manera que se debe colocar el multímetro en función de amperímetro, este quedaría entre el interruptor y la carga (resistencia) para así cerrar nuevamente el circuito.

A continuación, se muestra cómo debe quedar el circuito para la medición de corriente eléctrica.

Figura 62. **Multímetro en serie a la carga**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Se va a anotar el valor de corriente eléctrica que el multímetro en función de amperímetro genera en su pantalla, analiza tu resultado y escribe en la tabla siguiente.

Tabla XV. **Medición de corriente ejemplo 1**

Medición	Valor RMS
Corriente [A]	0,68

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Nota: debido a que la medición es virtual, el estudiante debe considerar bajo sus propios criterios alguna incerteza para su medición.

3.2. **Práctica de Laboratorio 2**

En esta práctica se va a armar y simular un circuito básico de CA con un transformador monofásico en el simulador en línea EasyEDA, para establecer si

el transformador es reductor o elevador de voltaje, de manera que se debe realizar la medición de voltaje en el secundario del transformador para determinar la variación de voltaje de este.

3.2.1. Objetivo general

Que el estudiante pueda armar y simular un circuito básico de CA con un transformador en el simulador EasyEDA para comprender la variación de voltaje de un transformador eléctrico monofásico dependiendo de la relación de vueltas de este.

3.2.2. Objetivos específicos

- Colocar en el área de trabajo de EasyEDA los diferentes componentes básicos que se muestran en el circuito para la practica 2.
- Colocar los diferentes tramos de cable para el circuito en el simulador.
- Determinar y simular la medición el voltaje en el secundario del transformador en EasyEDA.
- Determinar la relación de transformación del transformador monofásico.
- Conceptualizar lo relacionado al subsector eléctrico.

3.2.3. Equipo

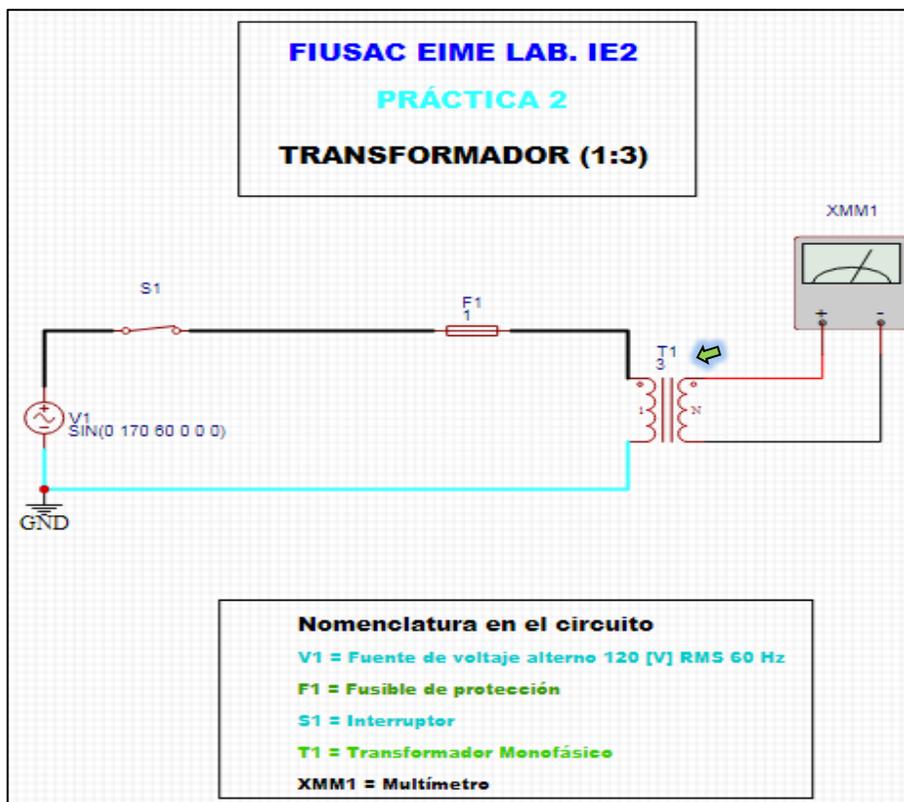
- Computadora con internet

3.2.4. Desarrollo de la práctica

Se debe complementar con el ejemplo de laboratorio 2 (ver apéndice 4), puede emplear el mismo circuito, con la salvedad que se debe modificar el

parámetro *ratio* del transformador monofásico y en el primer circuito se debe colocar Ratio = 3, posteriormente también debe colocar Ratio = 0,5, debe realizar ambas mediciones de voltaje en el devanado secundario del transformador. a continuación, se muestra cómo podría quedar el circuito de esta práctica.

Figura 63. Circuito para la práctica 2



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

En esta práctica se debe entregar:

- Medición de voltaje relación de transformación 1:3 (Ratio = 3)

Tabla XVI. **Medición de voltaje relación de transformación 1:3**

Medición	Valor RMS
Voltaje [V]	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

- Medición de voltaje relación de transformación 2:1 (Ratio = 0,5)

Tabla XVII. **Medición de voltaje relación de transformación 2:1**

Medición	Valor RMS
Voltaje [V]	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Nota: debido a que la medición es virtual, el estudiante debe considerar bajo sus propios criterios alguna incerteza para su medición.

- Se debe agregar también las respectivas pruebas de realización de la práctica y sus respectivos objetivos, puede ser en forma de foto, capturas, documento PDF, entre otros.
- Cálculo teórico de la relación de transformación en ambos circuitos.
- Requerimientos de tutor de laboratorio.

3.2.5. **Ejemplo de Laboratorio 2**

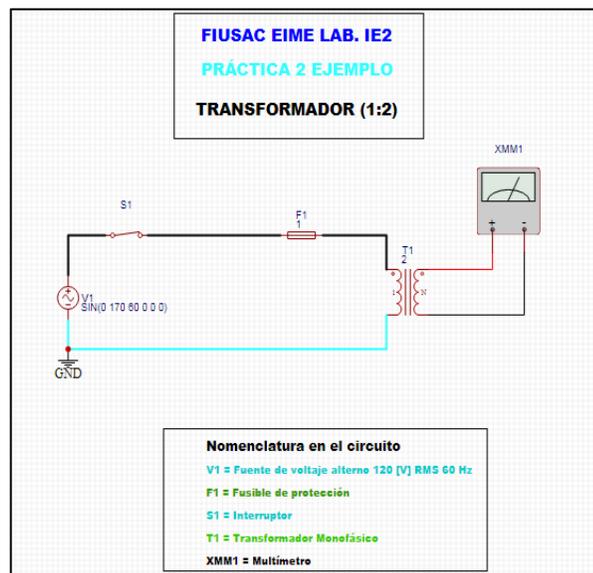
En este apartado se va a exponer el ejemplo simulado que servirá para la práctica 2 de laboratorio.

En este ejemplo se resume de manera escrita y sencilla lo realizado en el material o videotutorial de este ejemplo de laboratorio 2 (ver apéndice 4).

3.2.5.1. Circuito ejemplo de Laboratorio 2

A continuación, se muestra el procedimiento de cómo se debe realizar el circuito eléctrico de CA en el simulador de EasyEDA, consiste en una fuente de voltaje alterno con un transformador eléctrico monofásico, y la respectiva medición de voltaje en el devanado secundario del transformador.

Figura 64. Circuito ejemplo de Laboratorio 2 en EasyEDA

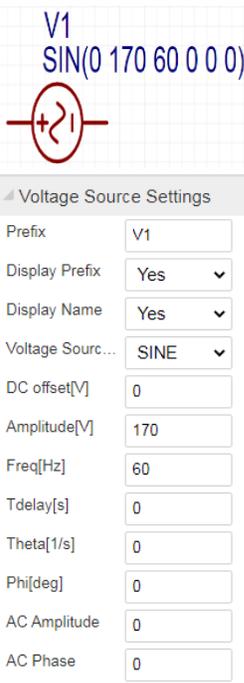


Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

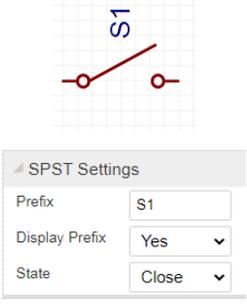
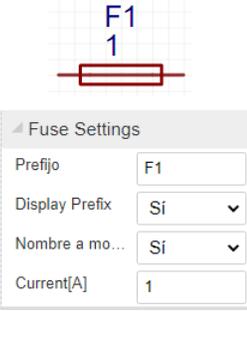
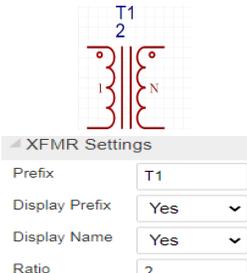
3.2.5.2. Procedimiento de los componentes y sus datos

Empieza colocando los componentes necesarios para este circuito en el área de trabajo de EasyEDA, para este ejemplo se emplearán los componentes eléctricos que se observan en la figura 64 una fuente de voltaje, fusible, interruptor, transformador eléctrico monofásico y multímetro.

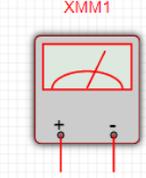
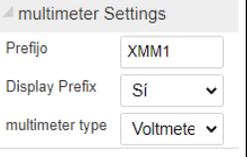
Tabla XVIII. Componentes y sus datos ejemplo 2

Componente en simulador EasyEDA	Símbolo de componente y datos	Configuración de sus datos
Fuente de alimentación alterna (V1)	 <p>The image shows a screenshot of the EasyEDA interface. At the top, a sine wave symbol is placed on a grid, labeled 'V1' with the formula 'SIN(0 170 60 0 0 0)'. Below the symbol is a red circle with a question mark. Underneath is a 'Voltage Source Settings' panel with the following fields: Prefix (V1), Display Prefix (Yes), Display Name (Yes), Voltage Sourc... (SINE), DC offset[V] (0), Amplitude[V] (170), Freq[Hz] (60), Tdelay[s] (0), Theta[1/s] (0), Phi[deg] (0), AC Amplitude (0), and AC Phase (0).</p>	<p>Para la fuente de voltaje se debe colocar estos datos en sus parámetros.</p> <p><i>Voltaje source:</i> se colocará de tipo SINE. <i>Amplitude:</i> se colocará un valor de voltaje pico de 170 voltios. <i>Freq:</i> se colocará un valor de 60 hercios Los demás datos se dejan por defecto para este ejemplo.</p>

Continuación de la tabla XVIII.

Componente en simulador EasyEDA	Símbolo de componente y datos	Configuración de sus datos
Interruptor (S1)		<p>Para comandar el flujo de la corriente eléctrica en el circuito se debe colocar en el área de trabajo un interruptor (SPST). Se debe colocar estos datos en sus parámetros.</p> <p><i>State:</i> Se debe configurar en <i>close</i> para que la corriente circule en el circuito.</p>
Protección eléctrica (F1)		<p>Protección para el circuito: Se debe colocar en este caso un fusible. Se debe digitar estos datos en sus parámetros.</p> <p><i>Current:</i> se colocará el valor de 1 amperio.</p> <p>En esta práctica este fusible es simbólico debido a que algunos transformadores incluyen su respectiva protección en su constitución.</p>
Transformador Monofásico (T1)		<p>Se debe colocar <i>Ratio = 2</i>, <i>ratio</i> en otras palabras es el inverso de la relación transformación de un transformador monofásico al menos en este simulador EasyEDA, se realizará un ejemplo teórico para comprender este parámetro.</p>
GND referencia		<p>Sus datos quedaron por defecto.</p>

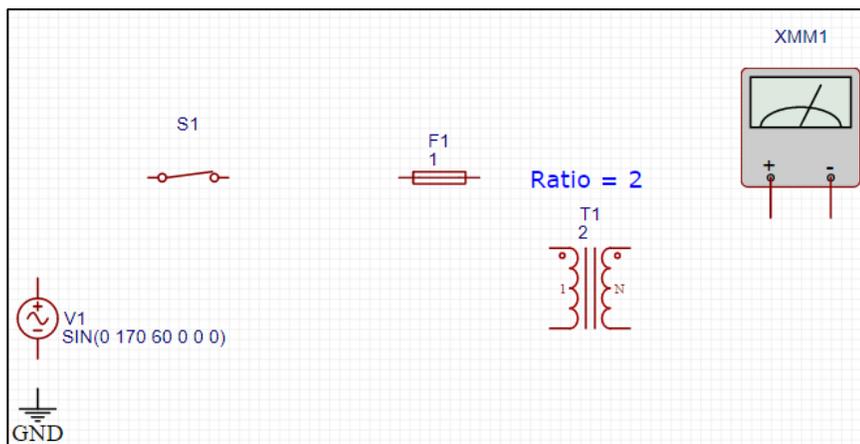
Continuación de la tabla XVIII.

Componente en simulador EasyEDA	Símbolo de componente y datos	Configuración de sus datos
Multímetro virtual (XMM1)	 	<p>El multímetro cuenta con dos salidas (bornes de conexión) el primero de ellos positivo (+) y el segundo negativo (-). Los parámetros que podríamos modificar:</p> <p><i>prefix</i> (nombre). <i>display prefix</i> (si se desea que se vea el nombre). <i>multimeter type</i> (se podría colocar en voltímetro o amperímetro).</p>

Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Los componentes y sus datos para este ejemplo podrían quedar como se observa en la figura 65.

Figura 65. Componentes ejemplo de Laboratorio 2

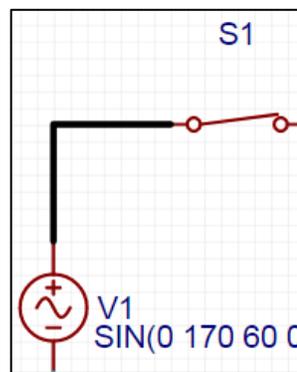


Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

3.2.5.3. Colocación los respectivos tramos de cable

Empieza colocando el primer tramo de cable desde la salida del polo positivo de la fuente de voltaje hacia el borne izquierdo del interruptor (S1).

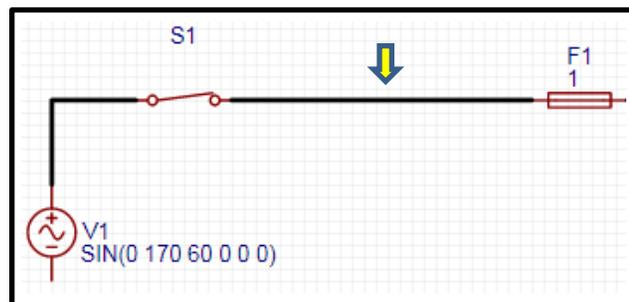
Figura 66. Tramo de cable; fuente (+) – interruptor



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Luego coloca el segundo tramo de cable en el borne derecho del interruptor (S1) hacia el primer borne del fusible (F1).

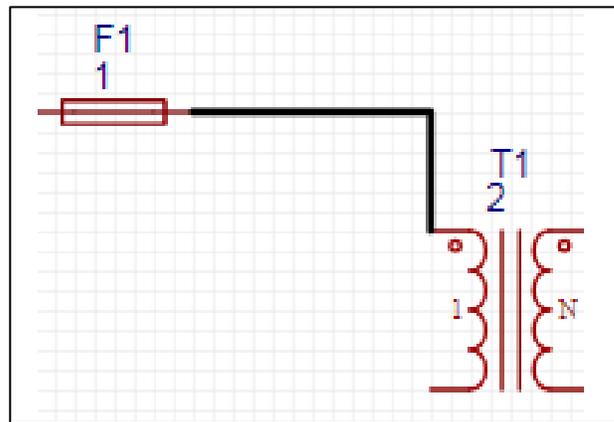
Figura 67. Tramo de cable; interruptor-fusible



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Luego coloca el tercer tramo de cable en el borne derecho del fusible hacia el primero borne del transformador donde tiene la marca de polaridad.

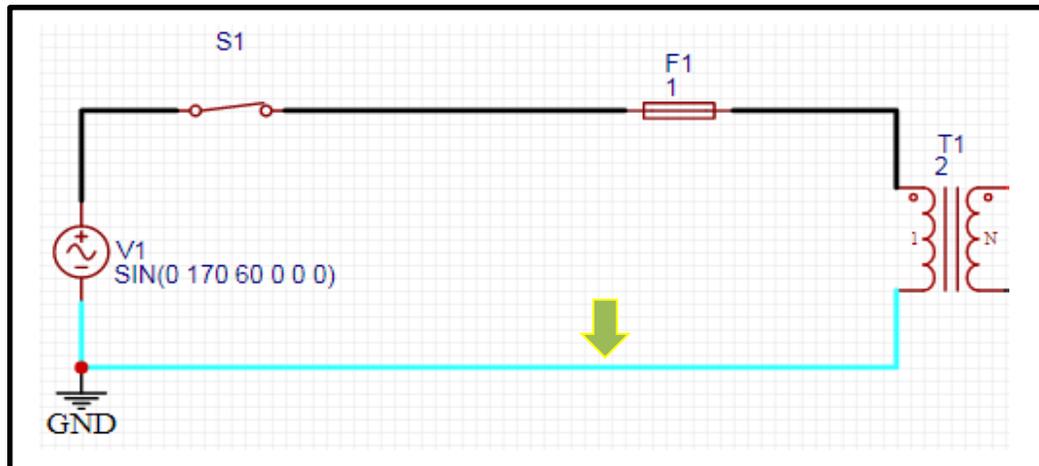
Figura 68. **Tramo de cable; fusible-transformador**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Seguidamente coloca el cuarto tramo de cable en el segundo borne del transformador hacia el cable negativo de la fuente para poder cerrar el circuito, recuerda que el transformador es monofásico y debe tener su respectivo cable de aproximadamente cero voltios. Recuerda conectar la referencia o GND al cable de aproximadamente cero voltios para seguridad del circuito.

Figura 69. **Tramo de cable; transformador-cable con cero voltios**



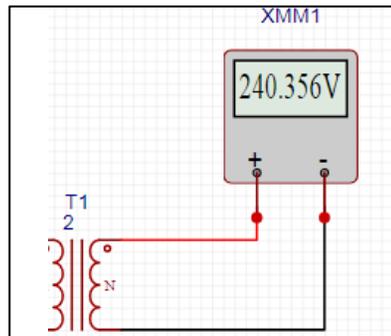
Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

3.2.5.4. **Simulación de medición de voltaje en el devanado secundario**

Seguidamente se hará la medición del voltaje en el devanado secundario del transformador monofásico.

El multímetro tiene dos bornes, un positivo y un negativo respectivamente, coloca el borne positivo en la línea positiva (fase) del transformador, el borne negativo se colocará en la segunda salida del transformador.

Figura 70. **Medición de voltaje en el devanado secundario**



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Se anotará el valor de voltaje en la siguiente tabla.

Tabla XIX. **Medición de voltaje ejemplo 2**

Medición	Valor RMS
Voltaje [V]	240,356

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Resultado: el valor del voltaje en el secundario fue de 240,3560 voltios eficaces aproximadamente el doble de la fuente, entonces este transformador tiene una relación de transformación que hace que se duplique el voltaje.

Nota: debido a que la medición es virtual, el estudiante debe considerar bajo sus propios criterios alguna incerteza para su medición.

3.2.5.4.1. Comparativa forma teórica

Se va a comparar con la forma teórica de calcular el voltaje en el devanado secundario de un transformador monofásico. Se analiza el ejemplo anterior de forma teórica.

- Resolviendo y teniendo en cuenta la expresión matemática de relación de transformación en un transformador monofásico.

$$a = \frac{N_p}{N_s}$$

- Sustituyendo en la fórmula, se sabe que según el ejemplo de laboratorio 2 el transformador monofásico cuenta con una relación en el primario de 1 y en el secundario de 2. La relación quedaría:

$$a = \frac{N_p}{N_s} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Se procede a explicar que el parámetro *Ratio* es el inverso de la relación de transformación debido a que el simulador EasyEDA así lo trabaja, conociendo la relación de transformación $a = 0,5$ (se opera $Ratio = (0,5)^{-1} = 2$).

Se procede con el cálculo del voltaje en el secundario de forma teórica, debe resultar aproximadamente 240 voltios como en el ejemplo práctico anterior.

- Ya sabiendo el valor de $a = 0,5$ se puede calcular en valor de voltaje en el secundario, esto lo obtendremos de la ecuación:

$$a = \frac{N_p}{N_s} \quad a = \frac{V_p}{V_s}$$

- Despejamos el voltaje secundario, quedaría:

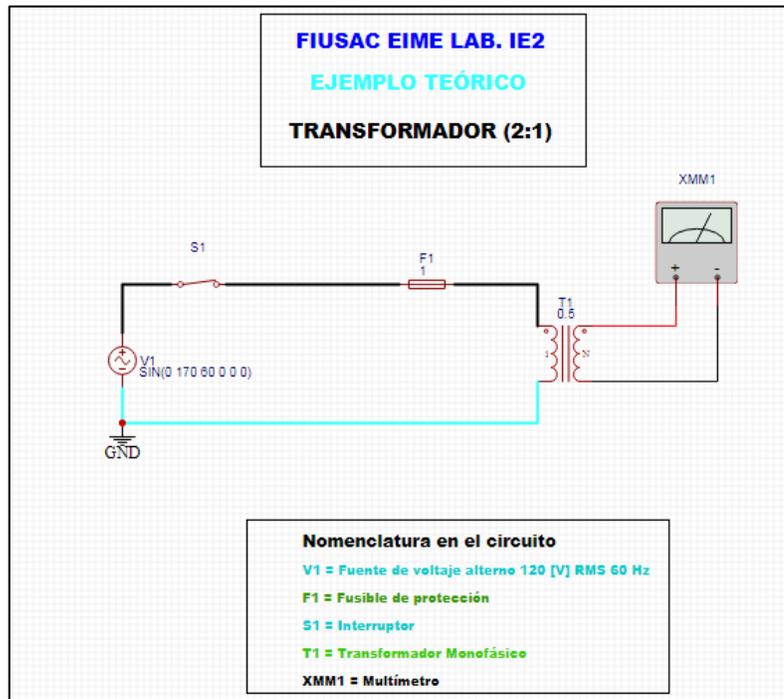
$$\frac{V_p}{V_s} = a \quad V_s = \frac{V_p}{a}$$

- Resolviendo entonces con $a = 0,5$ y el voltaje primario de 120 voltios eficaces quedaría:

$$V_s = \frac{V_p}{a} = \frac{120}{0,5} = 240 [V]$$

El valor que se obtiene en el secundario del transformador fue el doble que entrega la fuente de alimentación, esto debido a que el número de vueltas del secundario cuenta con el doble de vueltas del primario, pero que sucedería si el primario tiene mayor número de vueltas que el secundario, a continuación, se resolverá un ejemplo complementario de manera teórica considerando este caso.

Figura 71. Ejemplo complementario 2a Laboratorio 2; transformador 2:1



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

- Se va a calcular de manera teórica el voltaje en el secundario del transformador monofásico con una relación de transformación de 2:1.
 - Primero se calculará la relación de transformación empleando la expresión matemática descrita anteriormente:

$$a = \frac{N_p}{N_s} = \frac{2}{1} = 2$$

- Con el valor conocido de $a = 2$ procedemos a calcular el valor teórico del secundario con la siguiente expresión matemática:

$$V_s = \frac{V_p}{a} = \frac{120}{2} = 60 [V]$$

El resultado del voltaje secundario en el caso de que el número de vueltas del primario fuera el doble que el del secundario fue de 60 voltios, el transformador monofásico está funcionando como reductor del nivel de tensión.

3.3. Práctica de Laboratorio 3

En esta práctica se va a realizar un circuito simulado básico de los conductores de una acometida eléctrica o como estos llegan a el tablero principal en el programa de automatismos eléctricos CADe_SIMU, el circuito tendrá la finalidad mostrar visualmente y aproximada de como los conductores de una acometida monofásica 120/240 voltios llegan desde el medidor de energía a la caja de protección de acometida (RH), seguidamente como estos conductores viajan hacia circuitos simbólicos de iluminación/fuerza o la combinación de ambos en dos cuartos de una vivienda sencilla, como siempre puede basarse en el ejemplo de laboratorio 3 para esta práctica.

NOTA: Antes de realizar las actividades relacionadas a la práctica 3, 4 y 5 debe contar o instalar el programa CADe_SIMU (ver apéndice 5).

3.3.1. Objetivo general

Que el estudiante pueda armar, simular un circuito sencillo de CA en el simulador CADe_SIMU representando en este circuito de manera simbólica y resumida los conductores de una instalación eléctrica básica desde el medidor o caja socket hasta el tablero principal de una vivienda sencilla con dos cuartos.

3.3.2. Objetivos específicos

- Colocar en el área de trabajo de CADe_SIMU los componentes necesarios para que el circuito de la figura 72 funcione como se requiere, considere las debidas protecciones y nomenclatura de estos componentes.
- Colocar los diferentes tramos de cable para el circuito en el simulador.
- Simular el circuito funcional.

3.3.3. Equipo

- Computadora
- Software CADe_SIMU

3.3.4. Desarrollo de la práctica

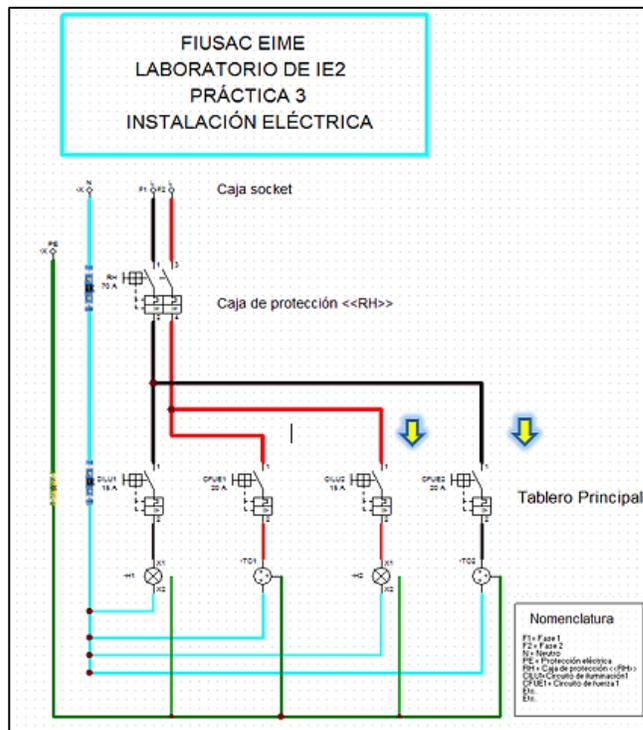
Para comprobar si se ha aprendido de buena manera el ejemplo de Laboratorio 3 (ver apéndice 6), con el mismo enunciado, con la salvedad que se debe agregar un circuito de iluminación (CILU2), un circuito de fuerza (CFUE2) esto emulando que la casa mejoro y se hizo un nuevo cuarto.

- Posible solución
 - Se debe agregar un disyuntor con nombre CILU2 que debe de alimentar una lampara de señalización (H2) representado simbólicamente el conjunto de lámparas para este nuevo cuarto.
 - Se debe agregar un disyuntor con nombre CFUE2 que debe de alimentar una toma de corriente (TC2) representado simbólicamente el conjunto de tomacorrientes para este nuevo cuarto.

- Por último, cada disyuntor se colocará a manera de que la carga esté balanceada en ambas fases, se recomienda colocar un circuito de iluminación y uno de fuerza a cada fase.

A continuación, se muestra cómo podría quedar el circuito de esta práctica.

Figura 72. **Circuito para la práctica 3**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

- Se debe agregar las respectivas pruebas de realización de la práctica y sus respectivos objetivos, puede ser en forma de foto, capturas, documento PDF, entre otros.
- Requerimientos de tutor de laboratorio.

3.3.5. Ejemplo de Laboratorio 3

En este apartado se va a exponer el ejemplo simulado que servirá para la práctica 3 de laboratorio.

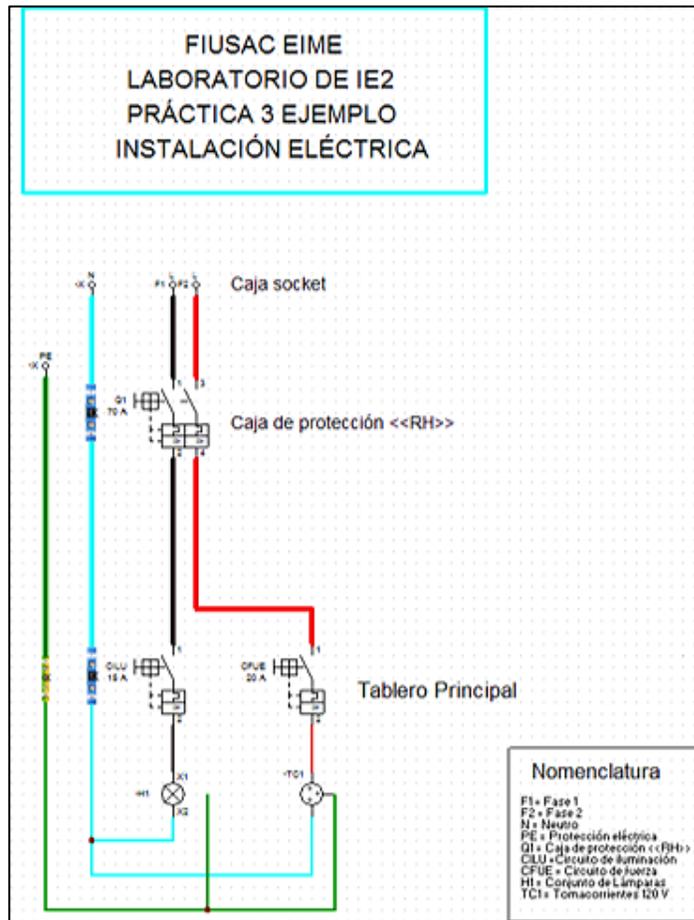
En este ejemplo se resume de manera escrita y sencilla lo realizado en el material o videotutorial de este ejemplo de laboratorio 3 (ver apéndice 6).

3.3.5.1. Circuito ejemplo de Laboratorio 3

En este ejemplo se va a exponer un circuito simulado básico de los conductores de una acometida eléctrica o como estos llegan a el tablero principal en el programa de automatismos eléctricos CADe_SIMU, el circuito tendrá la finalidad de representar visualmente y de forma aproximada como los conductores de una acometida monofásica 120/240 voltios llegan a la caja de protección (RH), seguidamente como llegan desde este punto hacia circuitos simbólicos de iluminación o fuerza en un cuarto de una vivienda residencial sencilla.

Se hace una observación importante la finalidad de este ejemplo y practica es mostrar como viajan los conductores desde la acometida hasta el tablero principal de manera aproximada, en el tablero principal se representaran dos circuitos simbólicos de un cuarto de una casa dependiendo del tamaño de este cuenta con varias lámparas o varios tomacorrientes, en este ejemplo se asume que el conjunto de lámparas de este cuarto son suficientes para la protección que se coloca de manera simbólica dibujada con un termomagnético con una única lampara de señalización, por ello también se observa en el circuito del ejemplo una protección termomagnética que alimenta a un único tomacorriente mencionado lo anterior sabemos que son varios tomacorrientes suficientes para esta protección simbólica.

Figura 73. Circuito ejemplo de Laboratorio 3



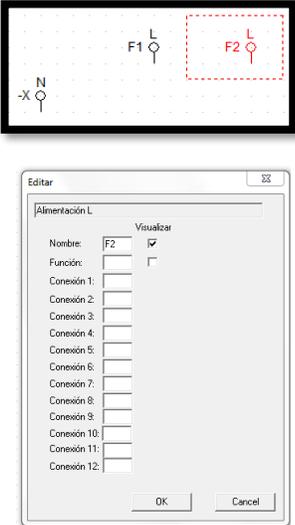
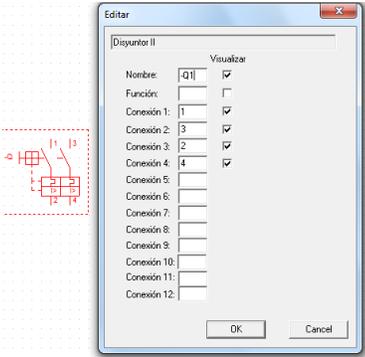
Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

3.3.5.2. Procedimiento de componentes y sus datos

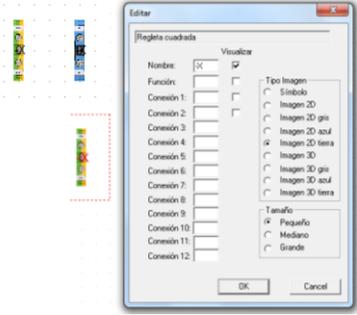
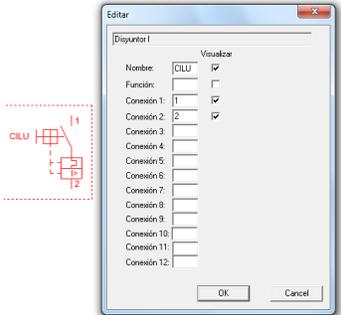
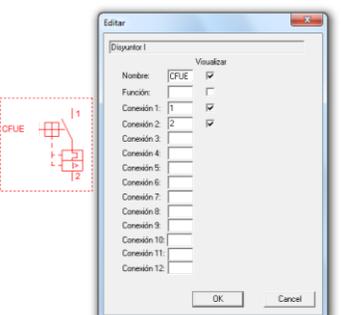
Se empezará a colocar los componentes necesarios para este circuito en el área de trabajo de CADe_SIMU para este ejemplo se emplearán los componentes eléctricos que se observan en la figura 73 una alimentación monofásica de tres hilos (F1, F2 y N) en este caso tendremos dos conductores activos y el neutro es el conductor con aproximadamente cero voltios, un

disyuntor de dos polos para emular la protección RH, un disyuntor monofásico de un polo para emular la protección de un circuito de iluminación (lámparas) también un disyuntor monofásico de un polo para emular la protección de un circuito de fuerza (tomacorrientes) con la respectiva señalización.

Tabla XX. Componentes y sus datos ejemplo 3

Componente en simulador CADe_SIMU	Símbolo de componente	Configuración de sus datos
<p>Fuente de alimentación alterna</p>		<p>Se colocará en el primer borne <i>Nombre:</i> es el único campo que se modificará y se colocará de nombre L1 o F1 se debe dejar el símbolo de visto que se encuentra a la par del nombre para que este nombre sea visible.</p> <p>Se colocará en el segundo borne <i>Nombre:</i> se colocará de nombre L2 o F2.</p> <p>En el tercer borne (N) no se hará ningún cambio quedará por defecto recuerda que este cable con aproximadamente cero voltios.</p>
<p>Disyuntor dos polos (Q1)</p>		<p>Se debe digitar esto en sus parámetros.</p> <p><i>Nombre:</i> se digitará Q1 se dejará el símbolo de visto para que este se pueda visualizar en el componente.</p> <p>Los demás campos se dejarán como están por defecto.</p>

Continuación de la tabla XX.

Componente en simulador CADe_SIMU	Símbolo de componente	Configuración de sus datos
Borna/Borne		<p>Se emplea para representar el punto de conexión en cierta parte de la instalación se puede utilizar para neutro color azul y para cable de protección eléctrica color verde, aunque estos colores dependen del país o normativa correspondiente, se puede colocar el color de su preferencia.</p>
Disyuntor monofásico 1 (CILU)		<p>Se debe digitar esto en sus parámetros.</p> <p>Nombre: se digitará CILU/QILU (circuito de iluminación) se dejará el símbolo de visto para que este se pueda visualizar en el componente.</p> <p>Los demás datos quedaron por defecto.</p>
Disyuntor monofásico2 (CFUE)		<p>Se debe digitar esto en sus parámetros.</p> <p>Nombre: se digitará CFUE/QFUE (circuito de fuerza) se dejará el símbolo de visto para que este se pueda visualizar en el componente.</p> <p>Los demás datos quedaron por defecto</p>

Continuación de la tabla XX.

Componente en simulador CADe_SIMU	Símbolo de componente	Configuración de sus datos
Señalización (H1)		<p>Se debe digitar esto en sus datos</p> <p>Nombre: se colocará H1.</p> <p>Color: se seleccionará el color adecuado para el tipo de acción, por ejemplo, color verde para emular que el circuito está funcionando.</p>
Toma de corriente (TC1)		<p>Toma de corriente: se le conoce como tomacorriente y es un punto donde se puede tomar el voltaje para aprovecharlo en una carga (cargador de celular) básicamente para emular que este circuito pertenece a los tomacorrientes de este cuarto.</p> <p>Se debe digitar esto en sus datos Nombre: se colocará TC1.</p>
Borne de protección eléctrica (PE)		<p>Este borne de dejo por defecto, se puede cambiar su nomenclatura de preferencia, pero se recomienda agregarlo al cuadro de nomenclatura.</p>

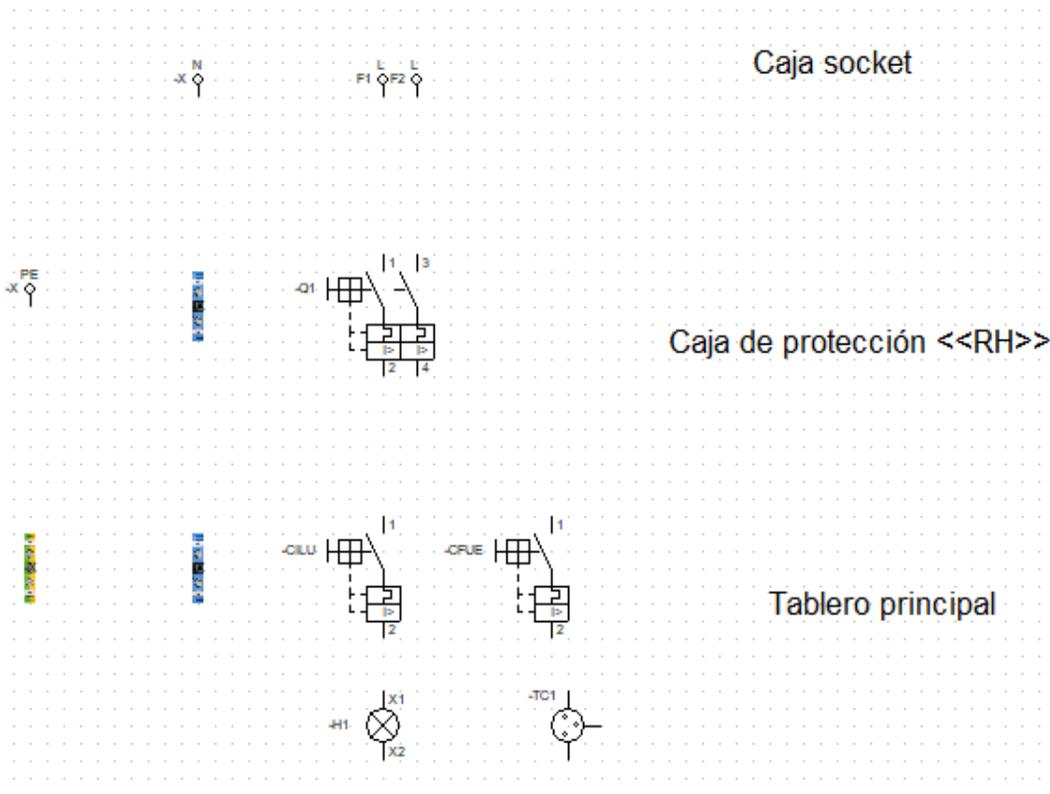
Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Hay componentes eléctricos en los que no modificaremos ningún parámetro, los dejaremos tal y como están por defecto, regularmente el parámetro que siempre se modifica es el de nombre o prefijo del componente, en CADe_SIMU no podemos digitar nombres de varios caracteres, por esta razón los componentes regularmente tienen nombres de pocos caracteres, por ejemplo, Q1, S2, o H1.

CADe_SIMU maneja ya nombres por defecto y una ventaja es que utiliza las letras estandarizadas para cada componente lo que se va a modificar será frecuentemente el número que acompaña a la letra, por ejemplo, en este caso solo se agregó el numero 1 a la par del nombre que tenía el componente (H1), este número nos dice el número de componentes presentes en el circuito del mismo tipo.

Los componentes y sus datos para este ejemplo pueden quedar como se observa en la figura 74.

Figura 74. **Componentes ejemplo de Laboratorio 3**



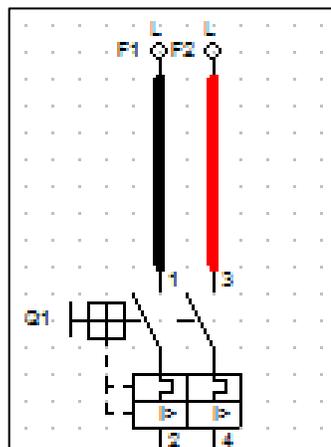
Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

3.3.5.3. Colocación de tramos de cable

Los tramos de cable en este circuito van a empezar de arriba hacia abajo, dicho de otra manera, iremos desde la fuente de voltaje que se encuentra arriba.

Se va a empezar colocando el tramo de cable en los bornes (F1-F2) o cables activos de la fuente hacia los bornes de arriba (1 y 3) del disyuntor (Q1).

Figura 75. Tramos de cable; activos (F1 y F2) – disyuntor (Q1)

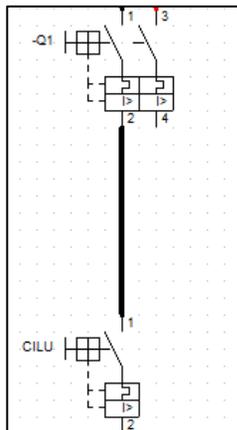


Fuente: elaboración propia, empleando CAdE_SIMU V4.0.

Primero se va a cablear la línea activa 1 (F1), Se debe colocar un tramo de cable en desde el borne de abajo (2) del disyuntor (Q 1) hacia el borne de arriba (1) del disyuntor (CILU) se muestra la figura 76 para que se coloque de buena manera este tramo.

Recuerda que esta es la fase 1 y se dedicará para el circuito de lámparas nombrado como CILU.

Figura 76. **Tramo de cable; disyuntor (Q1) - disyuntor (CILU)**

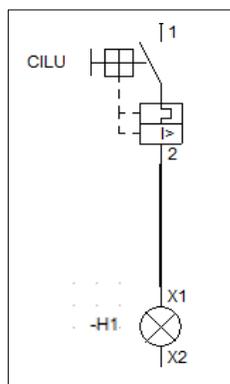


Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Se va a dejar de una vez cableado la respectiva lampara de señalización.

Se debe colocar un tramo de cable en desde el borne de abajo (2) del disyuntor (CILU) hacia el borne de arriba (X1) de la lampara de señalización, se muestra la figura 77 para que se coloque de buena manera este tramo.

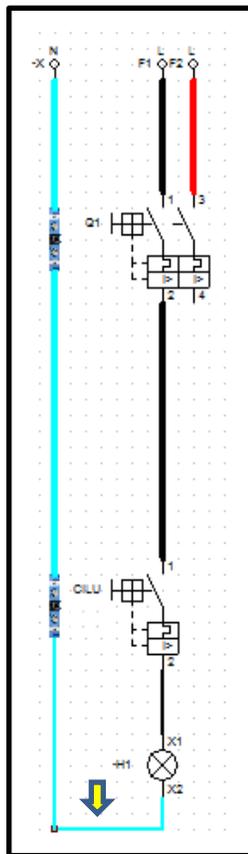
Figura 77. **Tramo de cable; disyuntor (CILU) - lámpara de señalización**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Para cerrar este circuito es necesario conectarle el cable de aproximadamente cero voltios (Neutro) a la lámpara de señalización.

Figura 78. Tramo de cable; lámpara de señalización-neutro



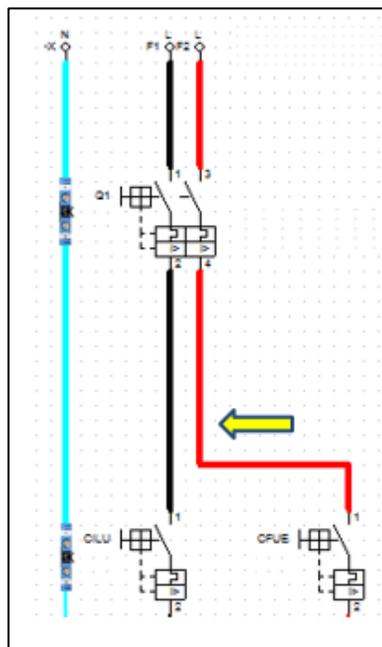
Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

De esta manera ya tendríamos cableado un primer circuito denominado el de iluminación, la lámpara de señalización H1 recuerden que representa simbólicamente el conjunto de lámparas necesarias para este cuarto, se recomienda también colocar borneras por ejemplo de color azul esto es para que se vea simbólicamente el punto de conexión o tornillo que se podría tener en la realidad en estas partes de la instalación.

Seguidamente se va a proceder con el cableado del segundo circuito de la misma manera como se realizó anteriormente.

Se va a cablear la línea activa 2 (F2), se debe colocar un tramo de cable desde el borne de abajo (4) del disyuntor (Q1) hacia el borne de arriba (1) del disyuntor (CFUE), se muestra la figura 79 para que se coloque de buena manera este tramo debe observar el cableado con color rojo.

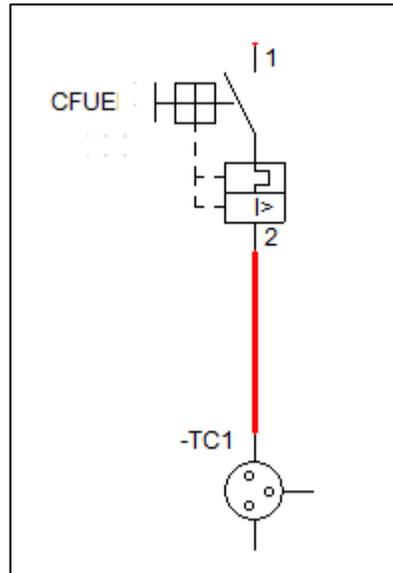
Figura 79. **Tramo de cable; disyuntor Q1 - disyuntor CFUE**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Se va a cablear la respectiva toma de corriente, Se debe colocar un tramo de cable en desde el borne de abajo (2) del disyuntor (CFUE) hacia el primer borne de la toma de corriente (TC1), se muestra la figura 80 para que se coloque de buena manera este tramo.

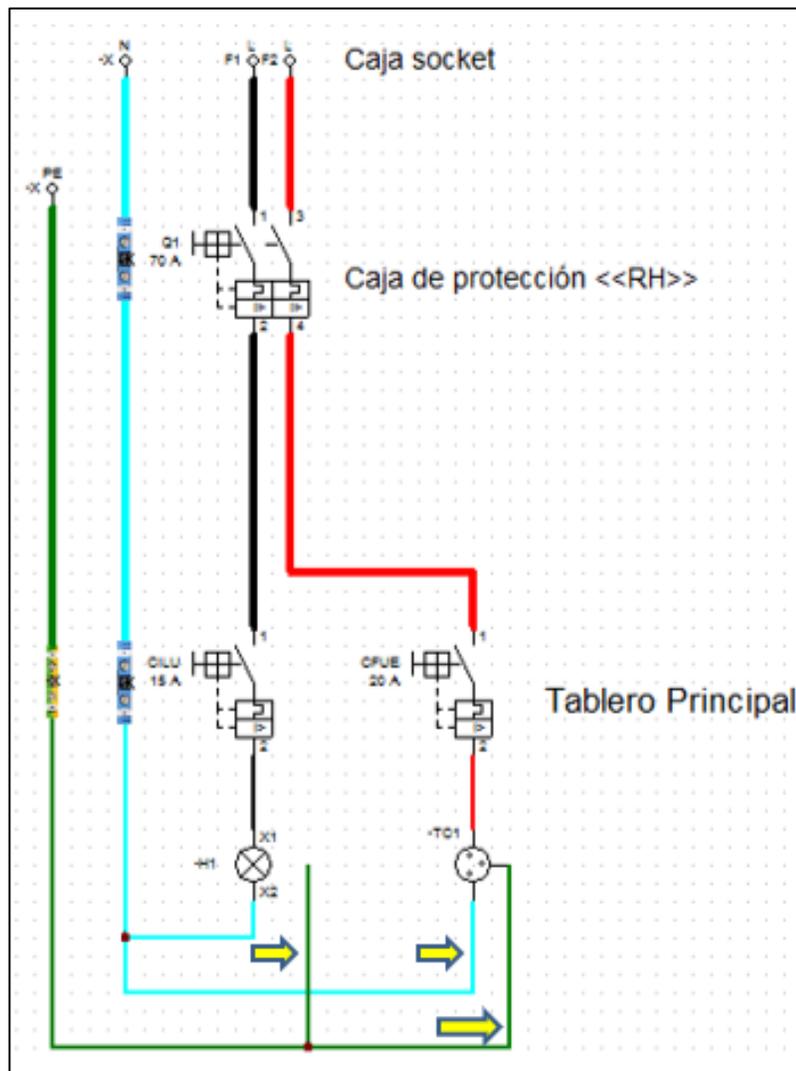
Figura 80. Tramo de cable; disyuntor CFUE - toma de corriente



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Para finalizar se va a cerrar este circuito (tomacorriente) es necesario conectarle el cable de cero voltios (N) a la toma de corriente en su segundo borne. Así como el cable de protección -tierra- en el tercer borne importante para que algún equipo que se conecte a esta toma tenga protección para fugas de corriente. Recuerda utilizar bornes en el neutro y la protección eléctrica, Se deja también un cable de protección al circuito de iluminación emulando lo que es una buena práctica en la vida real para una lámpara que si cuente con borne de protección eléctrica.

Figura 81. Tramos de cable; toma de corriente-neutro-protección



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

De esta manera se tendría cableado el segundo circuito denominado circuito de fuerza recuerden que este tomacorriente representa simbólicamente el conjunto de tomacorrientes necesarios para este cuarto.

3.3.5.4. Recomendación de nomenclatura

Recuerda siempre corroborar la nomenclatura de todos los componentes en este circuito lo importante en cuanto a nomenclatura es:

- F1, F2 y N: fase1, fase2 con neutro típico de una fuente de voltaje alterno de tres cables o hilos.
- Q 1: disyuntor monofásico dos polos, emula la protección doble que se encuentra detrás de la columna (Caja RH) de la acometida de un servicio monofásico 120/240 voltios.
- CILU/QILU: disyuntor monofásico que se encarga de proteger las lámparas de iluminación que tendremos en el cuarto de vivienda sencilla.
- CFUE/QFUE: disyuntor monofásico que se encarga de proteger las tomas de corriente que tendremos en el cuarto de la vivienda.
- H1: lámpara de señalización para visualizar de buena forma la simulación y el funcionamiento del circuito esta única lampara representa simbólicamente al conjunto total presente en este cuarto.
- TC1: toma de corriente para verificar que está funcionando el circuito de fuerza este tomacorriente representa simbólicamente al conjunto total de tomacorrientes en este cuarto.

Si se ha realizado todo lo anterior se procede a simular el circuito o en otro caso analizar la posible falla del porque no simula, algunos concuerdan que las fallas comunes de simulación de circuitos se encuentran en los tramos de los cables, se debe tomar el tiempo necesario para revisar el circuito si así fuera el caso.

3.4. Práctica de Laboratorio 4

En esta práctica se va a realizar un circuito simulado básico con los contactores eléctricos en el programa de automatismos eléctricos CADe_SIMU, el circuito tendrá la finalidad de activar tres bobinas de contactores con sus respectivos pilotos de señalización en un circuito de control, las tres bobinas tienen su pulsador de activación correspondiente, y para detener cualquiera de estas bobinas estará un único pulsador.

3.4.1. Objetivo general

Que el estudiante pueda realizar un esquema de control para controlar tres bobinas de contactores eléctricos con su respectiva memoria en el simulador CADe_SIMU.

3.4.2. Objetivos específicos

- Colocar en el área de trabajo de CADe_SIMU los componentes necesarios para que el circuito de la figura 82 funcione como se requiere, considere las debidas protecciones y nomenclatura de estos componentes.
- Colocar los diferentes tramos de cable para el circuito en el simulador.
- Simular el circuito funcional.

3.4.3. Equipo

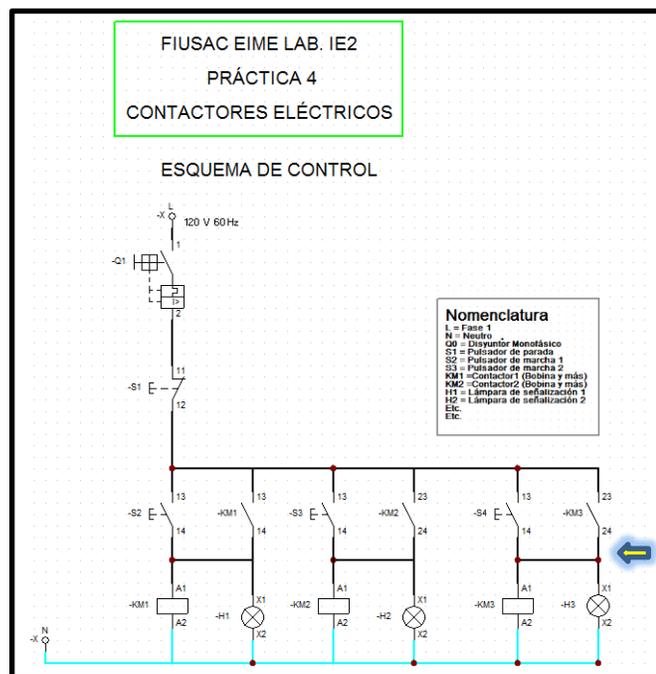
- Computadora
- Software de Simulación CADe_SIMU

3.4.4. Desarrollo de la práctica

Para comprobar si se ha aprendido de buena manera el ejemplo de laboratorio 4 (ver apéndice 7), con el mismo enunciado, agrega una tercera memoria con su debida bobina y señalización.

- Posible solución
 - Se debe agregar un pulsador S4 con su respectivo contacto auxiliar de KM3, su bobina KM3 y la lámpara de señalización que se podría llamar H3. A continuación, se muestra cómo podría quedar el circuito de esta práctica.

Figura 82. Circuito para la práctica 4



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

- Se debe agregar las respectivas pruebas de realización de la práctica y sus respectivos objetivos, puede ser en forma de foto, capturas, documento PDF, entre otros.
- Requerimientos de tutor de laboratorio.

3.4.5. Ejemplos de Laboratorio 4

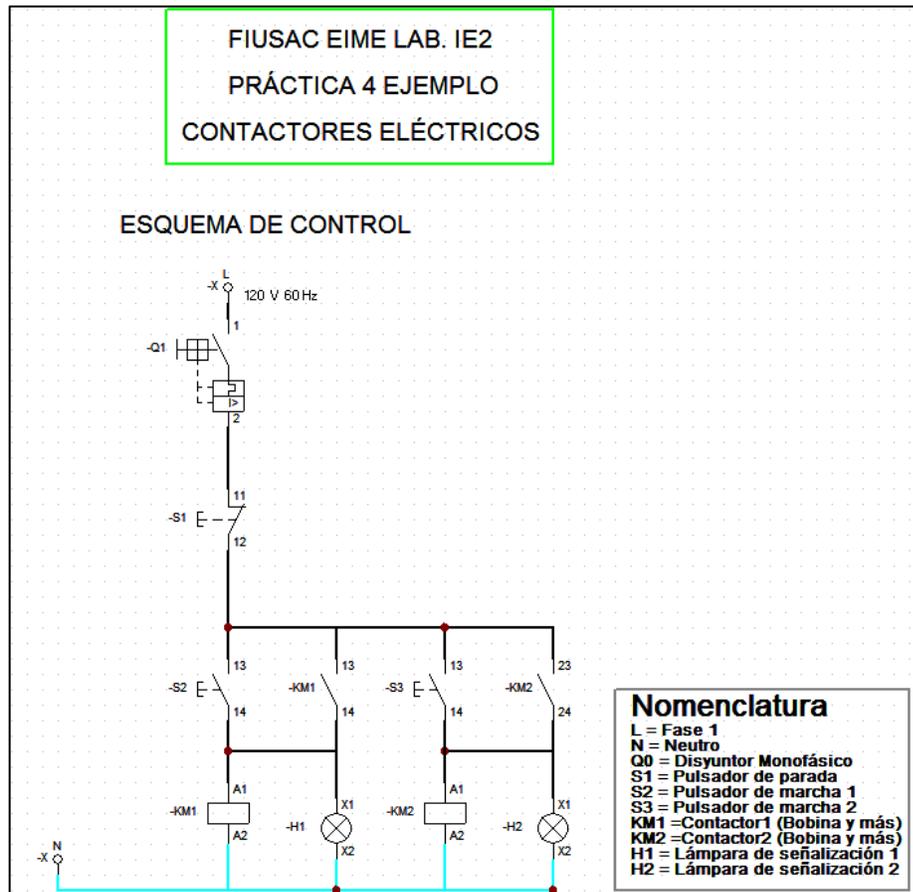
En este apartado se va a exponer el ejemplo simulado que servirá para la práctica 4 de laboratorio.

En este ejemplo se resume de manera escrita y sencilla lo realizado en el material o videotutorial de este ejemplo de laboratorio 4 (ver apéndice 7).

3.4.5.1. Circuito ejemplo de Laboratorio 4

En este ejemplo se va a exponer un circuito simulado básico de enclavamientos con los contactores eléctricos en el software CADe_SIMU, el circuito tendrá la finalidad de activar dos bobinas de contactores con sus respectivos pilotos de señalización en este esquema de control las dos bobinas tienen su pulsador de activación correspondiente, y para detener cualquiera de estas bobinas estará un único pulsador de parada.

Figura 83. Circuito ejemplo de Laboratorio 4



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

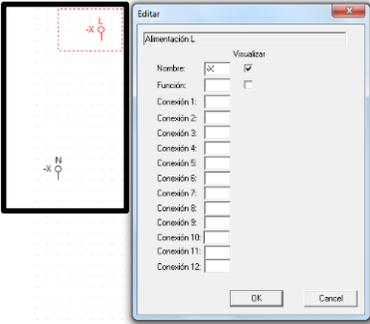
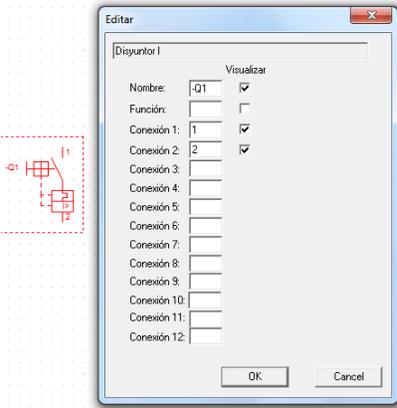
3.4.5.2. Procedimiento de componentes y sus datos

Se empezará a colocar los componentes necesarios para este circuito en el área de trabajo de EasyEDA, para este ejemplo se emplearán los componentes eléctricos que se observan en la figura 83 una alimentación de fase con neutro, la fase es el conductor activo, el neutro es el conductor con aproximadamente cero voltios, un disyuntor monofásico de protección, un

pulsador normalmente cerrado, un pulsador normalmente abierto con su respectiva bobina, contacto auxiliar y lámpara de señalización.

En la tabla XXI se muestran símbolos de componentes en CADe_SIMU y sus respectivos parámetros, cada elemento eléctrico muestra (dándole doble clic izquierdo) un panel donde se pueden configurar sus parámetros.

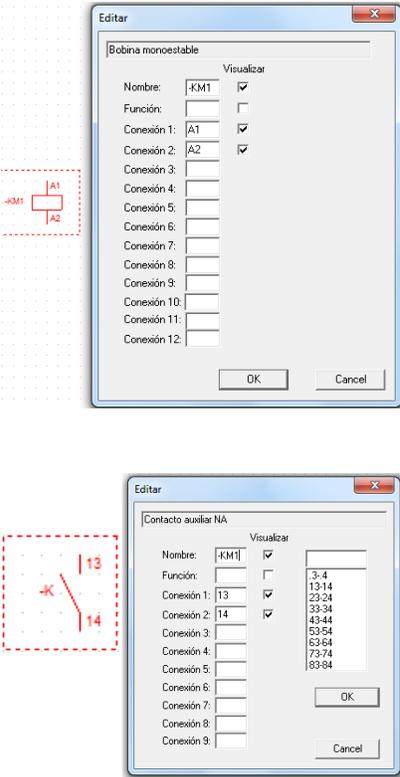
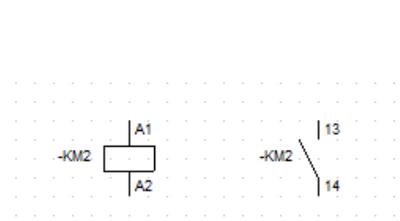
Tabla XXI. Componentes y sus datos ejemplo 4

Componente en simulador CADe_SIMU	Símbolo de componente	Configuración de sus datos
Fuente de alimentación alterna		<p>Se colocará en el primer borne <i>Nombre</i>: es el único campo que se modificará y se puede colocar de nombre L1 o F1 se debe dejar el símbolo de <i>check</i> o visto.</p> <p>En el segundo borne (N) no se hará ningún cambio quedará por defecto.</p>
Disyuntor monofásico (Q1)		<p>Se debe digitar esto en sus parámetros.</p> <p>Nombre: se digitará Q1 se dejará el símbolo de visto para que este se pueda visualizar en el componente.</p> <p>Conexión 1: frecuentemente se dejará como se encuentra por defecto (1) y se dejará el símbolo de visto esto ayudará a conectar los respectivos tramos de cables en el circuito, también conexión 2.</p>

Continuación de la tabla XXI.

Componente en simulador CADe_SIMU	Símbolo de componente	Configuración de sus datos
<p>Accionamiento de parada (S1)</p>		<p>Paro del circuito: se usará un pulsador normalmente cerrado (NC).</p> <p>Se debe digitar esto en sus parámetros.</p> <p>Nombre: se digitará S1 se dejará el símbolo de visto para que este se pueda visualizar en el componente.</p>
<p>Accionamiento de marcha 1 (S2)</p>		<p>Inicio del circuito: se usará un pulsador normalmente abierto (NA).</p> <p>Se debe digitar esto en sus parámetros.</p> <p>Nombre: se digitará S2 se dejará el símbolo de visto para que este se pueda visualizar en el componente.</p>
<p>Accionamiento de marcha 2 (S3)</p>		<p>Se debe digitar esto en sus parámetros.</p> <p>Nombre: se digitará S3 se dejará el símbolo de visto para que este se pueda visualizar en el componente.</p>

Continuación de la tabla XXI.

Componente en simulador CADe_SIMU	Símbolo de componente	Configuración de sus datos
<p>Contactador 1 (bobina y contacto auxiliar KM1)</p>	 <p>The diagram shows the symbol for contactor KM1, which consists of a coil (bobina) and an auxiliary contact (contacto auxiliar). The coil is represented by a rectangle with terminals A1 and A2. The auxiliary contact is represented by a rectangle with terminals 13 and 14. The configuration dialog boxes show the following settings:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bobina monoestable: Nombre: -KM1, Función: [], Conexión 1: A1, Conexión 2: A2. Contacto auxiliar NA: Nombre: -KM1, Función: [], Conexión 1: 13, Conexión 2: 14. 	<p>Bobina de contactor eléctrico: se encarga de accionar tanto los contactos principales y auxiliares. Se debe digitar esto en sus parámetros.</p> <p>Nombre: se digitará -KM1 se dejará el símbolo de visto para que este se pueda visualizar en el componente.</p> <p>El contacto auxiliar debe quedar: Nombre: se debe colocar el nombre o prefijo de igual forma que la bobina y que los contactos principales, debido a que el contactor eléctrico en CADe_SIMU esta segmentado en sus respectivos tres componentes bobina-contactos principales-contactos auxiliares, por lo tanto, se debe nombrarlos de la misma manera.</p>
<p>Contactador KM2 (bobina y contacto auxiliar)</p>	 <p>The diagram shows the symbol for contactor KM2, which consists of a coil (bobina) and an auxiliary contact (contacto auxiliar). The coil is represented by a rectangle with terminals A1 and A2. The auxiliary contact is represented by a rectangle with terminals 13 and 14.</p>	<p>En la segunda bobina del contactor y el contacto auxiliar se debe colocar:</p> <p>Nombre: se debe digitar -KM2</p> <p>Recuerda escribir con guion corto o sin guion corto pero ambos componentes.</p>

Continuación de la tabla XXI.

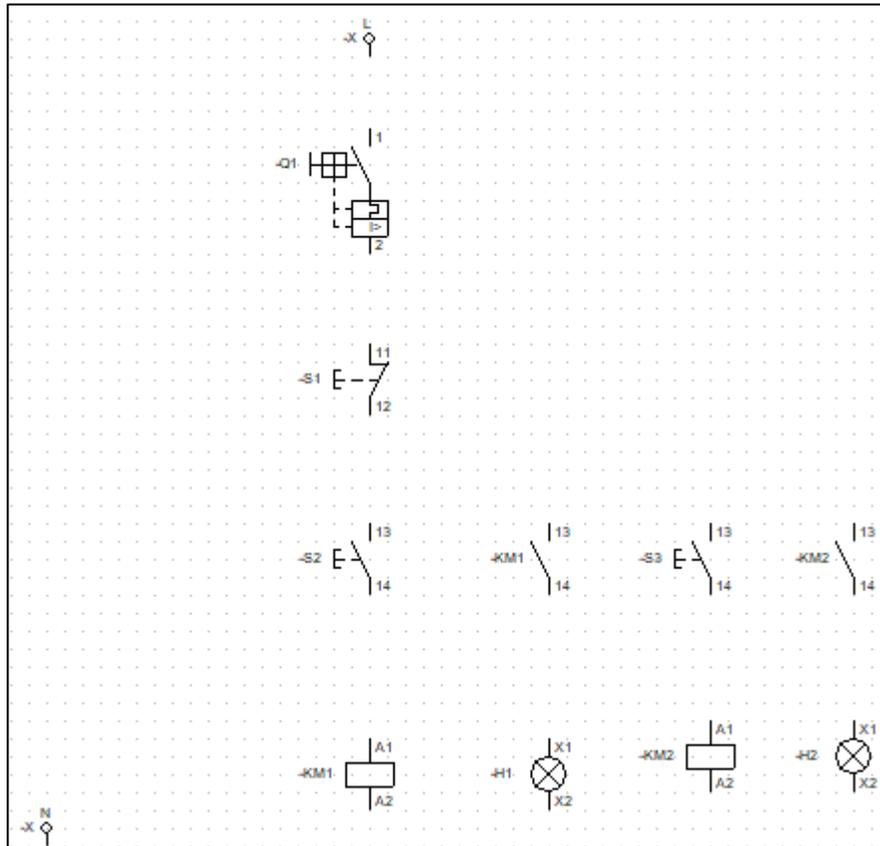
Componente en simulador CADe_SIMU	Símbolo de componente	Configuración de sus datos
Señalización 1 (H1)		<p>Se debe digitar esto en sus datos:</p> <p>Nombre: se colocará H1.</p> <p>Color: se seleccionará el color adecuado para el tipo de acción, por ejemplo, color verde para emular que voltaje está llegando al circuito.</p>
Señalización 2 (H2)		<p>Se debe digitar esto en sus datos</p> <p>Nombre: se colocará H2.</p> <p>Color: verde.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Los contactos auxiliares de un contactor eléctrico le sirven para tareas como memoria (enclavamiento), o para encender una lámpara de señalización. Existen de tipo normalmente abiertos (NA) que son los contactos auxiliares para realizar memoria y existen los normalmente cerrados (NC) que sirven por ejemplo para señalar que la bobina no ha sido accionada aún.

Los componentes y sus datos para este ejemplo podrían quedar como se observa en la figura 84.

Figura 84. Componentes ejemplo de Laboratorio 4



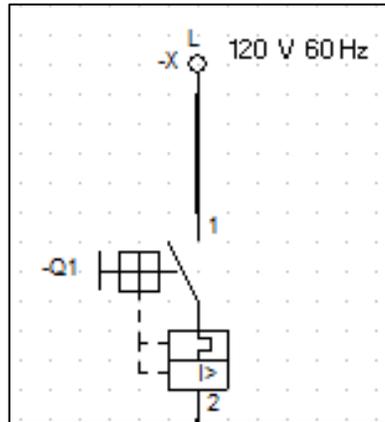
Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

3.4.5.3. Colocación de tramos de cable

Los tramos de cable en este circuito van a empezar de arriba hacia abajo, dicho de otra manera, iremos desde la fuente de voltaje que se encuentra arriba aguas arriba.

Se va a empezar colocando el tramo de cable en el borne (L) o cable activo de la fuente hacia el borne de arriba (1) del disyuntor.

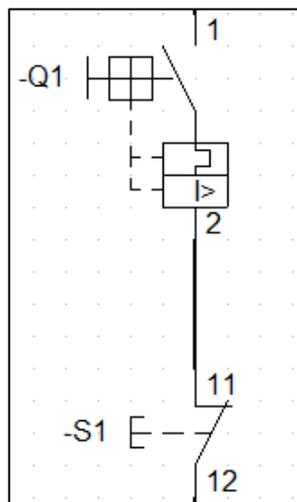
Figura 85. **Tramo de cable activo (L) - disyuntor (Q1)**



Fuente: elaboración propia, empleando CAdE_SIMU V4.0.

Se debe colocar un tramo de cable en el borne de abajo (2) del disyuntor (Q1) hacia el borne de arriba del pulsador NC de parada.

Figura 86. **Tramo de cable disyuntor - pulsador NC**



Fuente: elaboración propia, empleando CAdE_SIMU V4.0.

Antes de realizar el tramo de cable en el borne de abajo (12) del pulsador NC hacia el borne de arriba (13) del pulsador NA de marcha de la primera memoria, se va a explicar lo que es una memoria o enclavamiento y los componentes que la conforman para entender este tramo de cable.

Se hará una pausa en este punto, primero se tiene que explicar y cablear la memoria para luego poder continuar con los tramos de cable. Se debe estar atento porque adelante retomaremos este tramo que por ahora está pendiente.

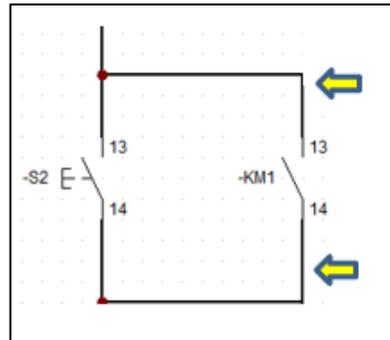
El enclavamiento significa que con un solo impulso de corriente que regularmente este impulso lo genera un pulsador NA, la bobina del contactor aguas abajo de este queda en funcionamiento permanente debido a un contacto auxiliar de esta bobina en paralelo al pulsador, para detener la memoria solo basta con un impulso.

En la vida real por ejemplo frecuentemente cuando se acciona un motor eléctrico con un solo impulso (botón verde) y este queda funcionando hasta que se apaga el motor con otro impulso (botón rojo) esto es el claro ejemplo de una memoria puesto que funciona con un impulso instantáneo de los pulsadores o botones.

Se va a colocar los tramos de cable en la memoria esto para hacerlo todo en un solo bloque y unirlo al tramo que dejamos pendiente.

Como se observa en la figura 87 primero se debe colocar un tramo de cable del borne de arriba del pulsador (13) hacia el borne de arriba (13) del contacto auxiliar (-KM1). Seguidamente se debe colocar un tramo del borne de abajo del pulsador (14) hacia el borne de abajo (14) del contacto auxiliar, de esta forma queda en paralelo el pulsador con el contacto auxiliar de la bobina.

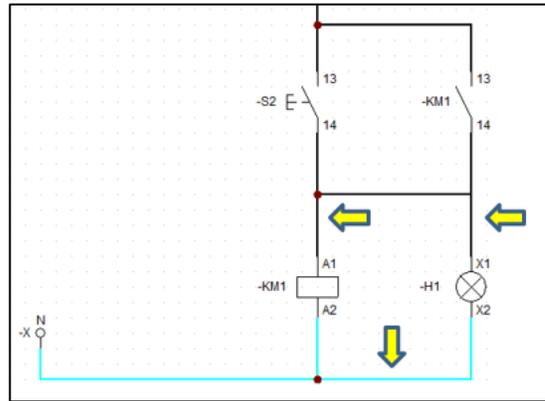
Figura 87. Memoria cableada parte 1 en CADe_SIMU



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Luego de esto colocaremos un tramo de cable del borne de abajo (14) del pulsador hacia el borne de arriba (A1) de la bobina de contactor (-KM1) y para cerrar el circuito recuerdo conectar el borne de abajo (A2) de la bobina al cable con aproximadamente cero voltios (N) de la fuente, se debe hacer lo mismo para la lampara de señalización, se colocara un tramo de cable del borne de abajo (14) del contactor auxiliar hacia el borne de arriba (X1) de la lampara de señalización recuerda para cerrar el circuito debes conectar el borne de abajo (X2) de la señalización al cable neutro (N), se muestra a continuación como debería de quedar la memoria.

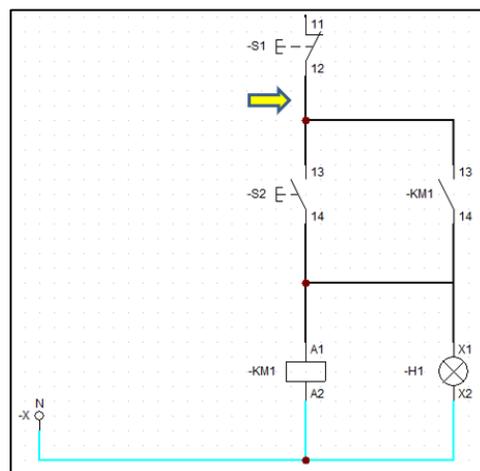
Figura 88. Memoria cableada parte 2 en CADe_SIMU



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Se va a retomar entonces el tramo de cable del borne de abajo (12) del pulsador NC (S1) y se va a unir al bloque de la memoria que se acaba de realizar quedando de la siguiente forma.

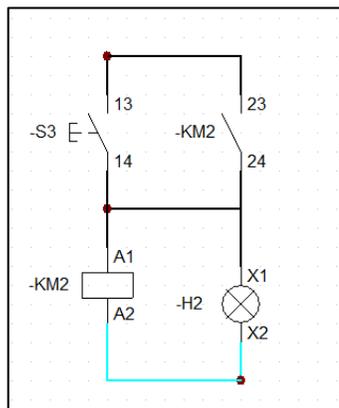
Figura 89. Tramo de cable pulsador NC-memoria



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Como en este ejemplo se ven dos memorias, la segunda memoria se procederá de la misma manera que la primera memoria, por lo que se muestra en la figura 90 como podría quedar con su respectiva nomenclatura.

Figura 90. **Cableado segunda memoria y nomenclatura en CADe_SIMU**

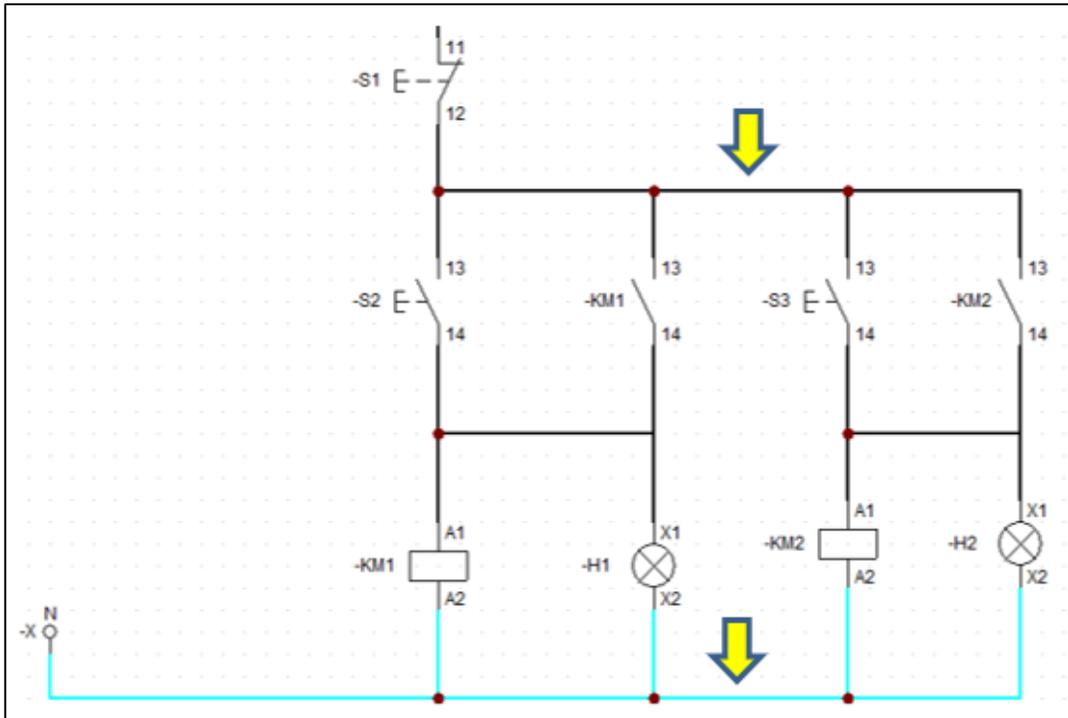


Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Para unir la segunda memoria al circuito debemos colocar el primer tramo de cable del borne de abajo (12) del pulsador de parada (S2) hacia el borne de arriba (13) del pulsador (S3) no se debe olvidar llevar el borne de abajo (12) de la bobina hacia el cable de neutro (N) de la fuente para cerrar el circuito.

Las dos memorias quedaron de la siguiente manera:

Figura 91. **Tramo de cable pulsador de parada S1 - dos memorias en CADe_SIMU**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

3.4.5.4. Recomendación de nomenclatura

Recuerda siempre corroborar la nomenclatura de todos los componentes en este circuito lo importante en cuanto a nomenclatura es:

- L y N: fase con neutro típico de una fuente de voltaje alterno de dos cables.
- Q1: disyuntor monofásico, la Q típica en el esquema de contactos para las protecciones.

- S1, S2, S3: pulsadores siendo el S1 el pulsador normalmente cerrado, el S2 y S3 pulsadores normalmente abiertos para accionar el inicio de cada memoria o bobina del circuito.
- -KM1 y -KM2: bobinas de los contactores, recuerda que cada una de estas bobinas tiene un contacto auxiliar llamado como su respectiva bobina, es importante mencionar que este nombre de KM1 puede escribirse sin guion corto, pero si se escribe sin guion debe escribirse su contacto auxiliar también de la misma manera KM1, si no se llaman de la misma forma podría haber un fallo a la hora de la simulación puesto que estos componentes deben estar funcionando con el mismo nombre. Se debe poner atención con este nombre de contactor del uso del guion es opcional, pero debe fijarse que si lo utiliza debe emplearlo en los dos componentes bobina o contactos auxiliares, también contactos principales si fuera el caso.
- H1-H2: lámparas de señalización para visualizar de buena forma la simulación y el funcionamiento del circuito.

Si se ha realizado todo lo anterior se procede a simular el circuito o en otro caso analizar la posible falla del porque no simula el proyecto, recuerda que las fallas comunes de simulación de circuitos en CADe_SIMU se encuentran mayormente en los tramos de los cables, nomenclatura de componentes.

Por ejemplo, la bobina de un contactor que se llama -KM1 con guion corto y el contacto auxiliar KM1 sin guion corto esto hará que este componente no simule como un mismo componente, con esto probablemente el enclavamiento no se realice efectivamente, se debe tomar el tiempo necesario para revisar el circuito si así fuera el caso.

Se recomienda también realizar puntos de conexión en donde se considere necesario, cuando hay tramos de cable como si fueran esquinas es una buena práctica colocarle un punto de conexión para asegurar que la corriente que circule por este tramo sea efectiva y no se encuentre cortado, se debe tomar el tiempo necesario para agregar puntos de conexión si así fuera el caso.

3.5. Práctica de Laboratorio 5

En esta práctica se va a realizar un circuito simulado básico con un mini PLC en el software CADe_SIMU, el circuito tendrá la finalidad de activar dos salidas de este mini PLC (lámparas de señalización) con un solo impulso, de manera que su funcionamiento sea permanente, a menos que haya otro impulso diferente del primero que haga que su funcionamiento se detenga.

3.5.1. Objetivo general

Que el estudiante pueda armar y simular un esquema de control con su respectivo diagrama Ladder para controlar un enclavamiento eléctrico utilizando un módulo mini PLC en el software propuesto CADe_SIMU.

3.5.2. Objetivos específicos

- Evaluar y colocar los componentes necesarios para el circuito funcional, considerando las debidas protecciones o la nomenclatura de estos componentes en el simulador CADe_SIMU.
- Realizar el esquema de control y el diagrama Ladder para este circuito en el simulador CADe_SIMU.
- Colocar los diferentes tramos de cable para el circuito completo en el simulador CADe_SIMU.

- Simular el circuito funcional.

3.5.3. Equipo

- Computadora
- Software CADe_SIMU

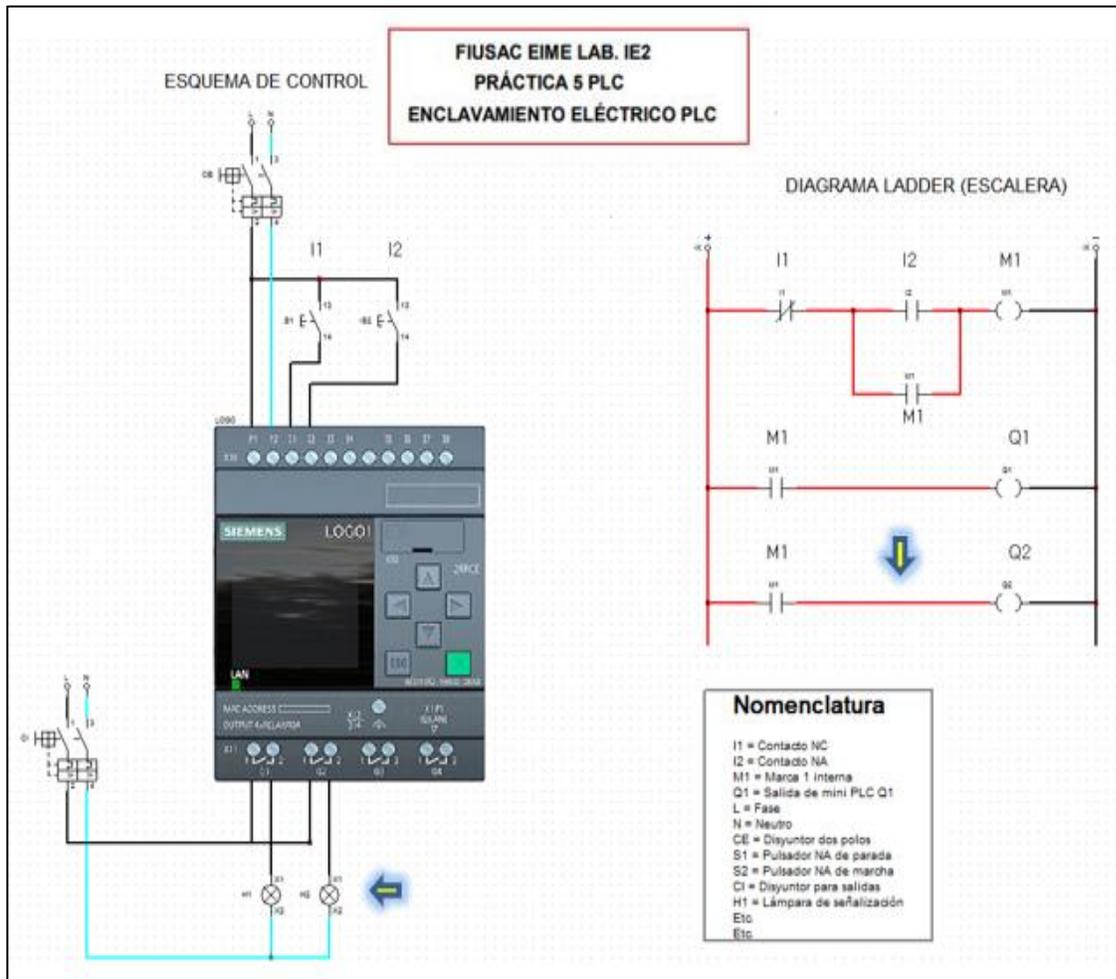
3.5.4. Desarrollo de la práctica

Para comprobar si se ha aprendido de buena manera el ejemplo de laboratorio 5 (ver apéndice 8), con el mismo enunciado, agrega una lámpara de señalización en la salida Q2 que se activará a la misma vez que la salida Q1, estas dos lámparas de señalización deben desactivarse a la misma vez.

- Posible solución
 - En el circuito Ladder, un contacto NA de la marca M1 se debe poner en serie a la nueva salida Q2.
 - La salida debe nombrarse como Q2 (con mayúscula) y no como -Q2 con guion corto.
 - En el esquema de control se debe colocar cable de fase en el común de la salida Q2 para que el contacto NA del relé pueda alimentar a la lámpara de señalización que podría llamarse H2.

A continuación, se muestra cómo podría quedar el circuito de esta práctica.

Figura 92. Circuito para práctica 5



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

- Se debe agregar las respectivas pruebas de realización de la práctica y sus respectivos objetivos, puede ser en forma de foto, capturas, documento PDF, entre otros.
- Requerimientos de tutor de laboratorio.

3.5.5. Ejemplos de Laboratorio 5

En este apartado se va a exponer el ejemplo simulado que servirá para la práctica 5 de laboratorio.

En este ejemplo se resume de manera escrita y sencilla lo realizado en el material o videotutorial de este ejemplo de laboratorio 5 (ver apéndice 8).

3.5.5.1. Circuito ejemplo de Laboratorio 5

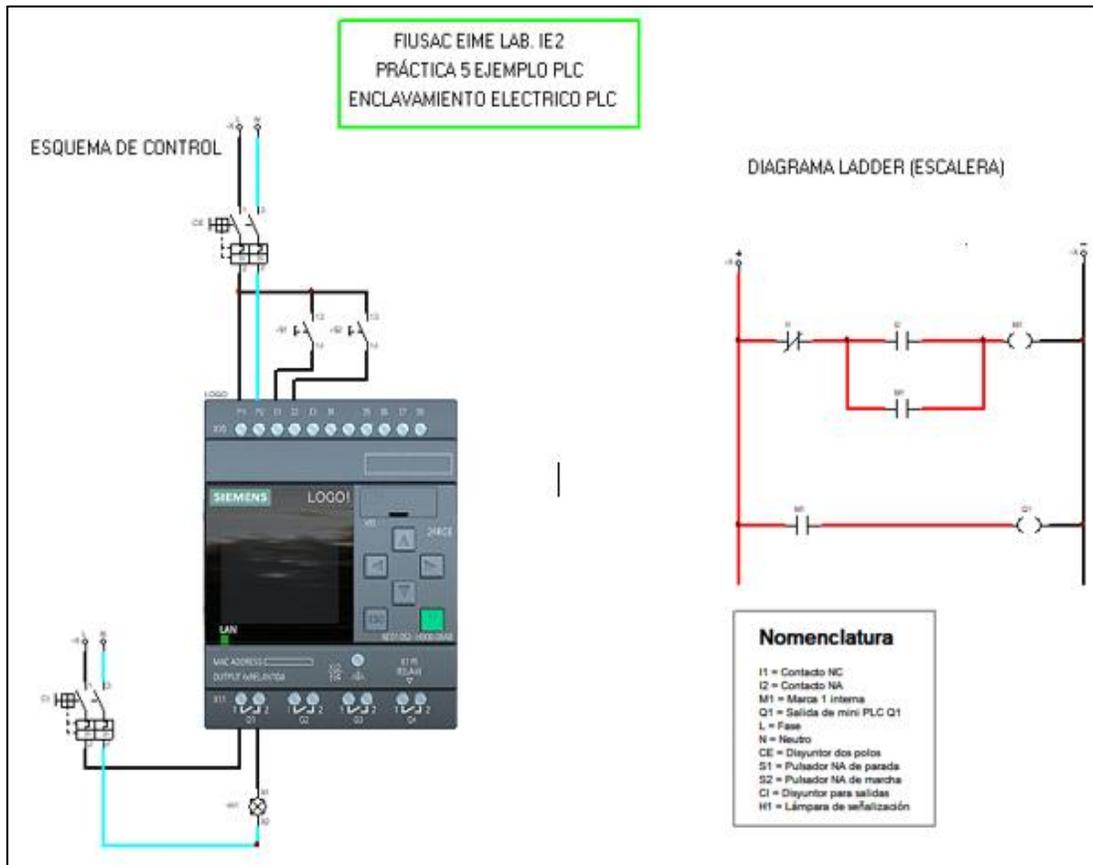
En este ejemplo se va a exponer un circuito simulado básico con un PLC (mini) logo 8 de Siemens en el simulador CADe_SIMU, el circuito tendrá la finalidad de activar una lámpara de señalización en la salida digital Q1 del PLC con un solo impulso (1), de manera que su funcionamiento sea permanente, a menos que haya otro impulso (2) diferente del primero y su funcionamiento se detenga.

En el caso de este simulador de automatismos eléctricos CADe_SIMU la programación del autómatas programable virtual puede realizarse en la misma área de trabajo, este programa busca de manera didáctica mostrar el funcionamiento en conjunto del autómatas y su programación, recuerda que la programación de los PLC se realiza con el programa especializado que el fabricante agrega a su producto.

Para realizar este ejemplo se debe realizar con orden, recuerda que un circuito eléctrico siempre debe contar con las debidas protecciones y la debida nomenclatura en cada componente.

A continuación, el circuito ejemplo de laboratorio 5.

Figura 93. Circuito ejemplo de Laboratorio 5



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

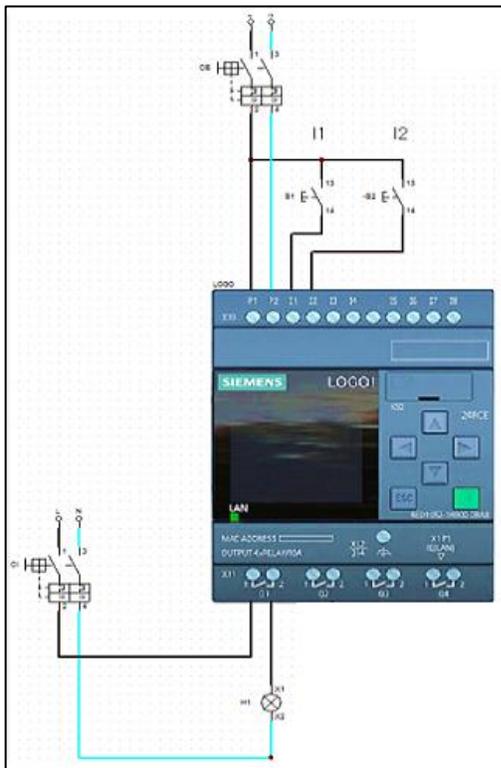
3.5.5.2. Esquema de control con mini PLC

El esquema de control se realizará en tres partes, la primera parte se conectará el PLC a su respectiva fuente de voltaje alterno (alimentación), en la segunda parte se conectarán las entradas o pulsadores del circuito, en la tercera parte se conectará la fuente de voltaje de la salida (Q1) y la respectiva carga eléctrica de esta salida.

3.5.5.3. Componentes y cableado de esquema de control

Se comenzará a colocar los componentes necesarios para este circuito en el área de trabajo de CADe_SIMU, se iniciará con el esquema de control y seguidamente con el diagrama de programación conocido como diagrama Ladder.

Figura 94. Esquema de control ejemplo de Laboratorio 5



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Para los componentes del esquema de control se aconseja iniciar por la alimentación del PLC, este se alimenta con una fuente de voltaje alterno

alimentación monofásica en este caso para este modelo, se debe colocar en el área de trabajo de CADe_SIMU el cable activo (fase) y el cable con cero voltios (N), un disyuntor dos polos para su protección, por último, por supuesto el equipo (mini PLC).

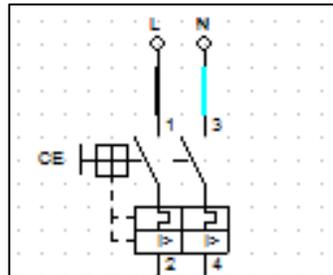
Figura 95. **Alimentación de mini PLC en CADe_SIMU**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Como se muestra en la figura 95 se van a colocar los tramos de cable desde la fuente de voltaje alterno hacia el disyuntor de protección (CE) para este mini PLC.

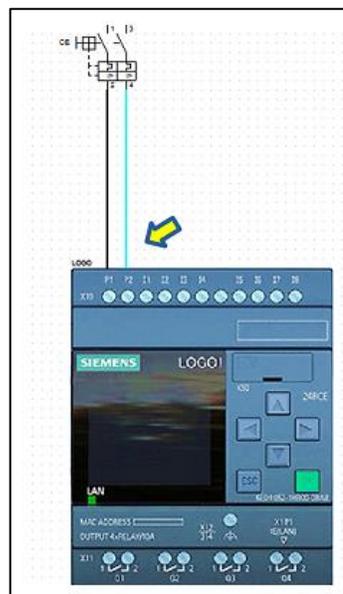
Figura 96. **Tramos de cable; fuente de voltaje-disyuntor**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Seguidamente se colocan los tramos de cable desde el disyuntor hacia el mini PLC, se va a colocar el cable activo (L) en el borne P1 del mini PLC, y el cable con cero voltios (neutro) en el borne P2 del mini PLC.

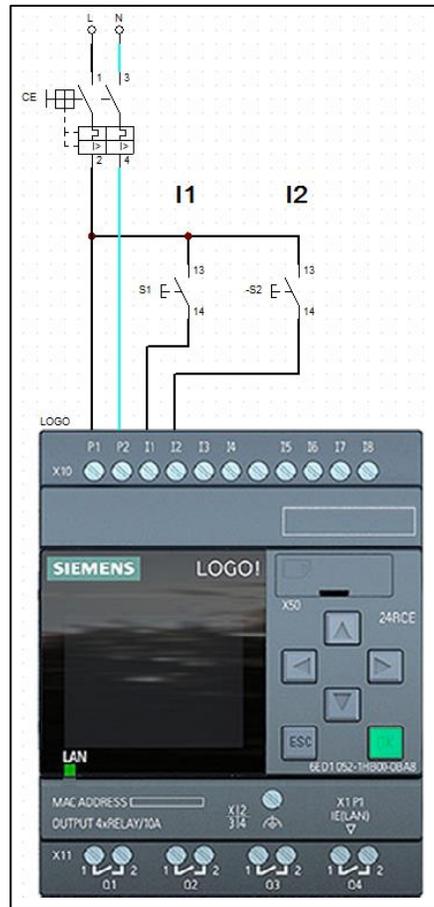
Figura 97. **Tramo de cable; disyuntor- mini PLC**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

En esta segunda parte del esquema de control se van a colocar los tramos de cable a los dos pulsadores del circuito, el primer pulsador (S1) servirá para detener el circuito, el segundo pulsador (S2) servirá para dar inicio al circuito o enclavamiento.

Figura 98. **Accionamientos y cableado segunda parte esquema de control**

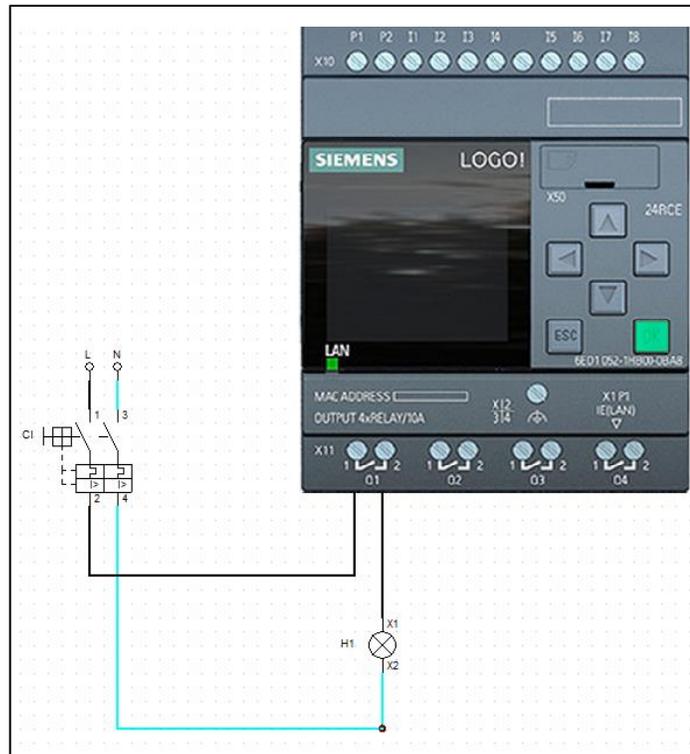


Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Como se muestra en la figura 98 se colocarán dos pulsadores NA, el primer pulsador S1 se debe cablear hacia la entrada digital I1 del mini PLC, el segundo pulsador S2 se debe cablear hacia la entrada digital I2 del mini PLC.

Para terminar el esquema de control se colocarán los tramos de cable de la salida a relé del PLC.

Figura 99. **Componentes y cableado tercera parte esquema de control**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Como se muestra en la figura 99 la salida a relé Q1 tiene dos bornes, en el primer borne (1) también llamada común debe de entrar el cable activo de la fuente de voltaje, en el segundo borne (2) conocido frecuentemente como contacto normalmente abierto saldrá un cable activo hacia el primer borne (X1)

de la lámpara de señalización, se debe colocar el cable de aproximadamente cero voltios (N) a la lámpara de señalización en el borne (X2) para cerrar el circuito.

Recuerda siempre corroborar la nomenclatura para que el circuito funcione de la mejor manera.

- S1-S2: nomenclatura típica para pulsadores tanto abiertos como cerrados, iniciando el primer pulsador con el dígito 1.
- H1: la H es utilizada por varios textos para las señalizaciones en automatismos.

Recuerda que las salidas a relé de este mini PLC pueden ser independientes de la alimentación de este, entonces por eso las salidas a relé pueden ser alimentadas con otra fuente de voltaje si así se desea, fíjate que esta puede ser una ventaja si a la salida del PLC gustas colocar otro tipo de carga, siempre y cuando elijas el mejor PLC para tu necesidad de acuerdo con los datos técnicos que cada fabricante maneja, algunos modelos con salidas a relé pueden proveer hasta 10 amperios para cargas resistivas puras o unos 2 amperios para cargas inductivas como las bobinas de contactor, para que se tenga una idea.

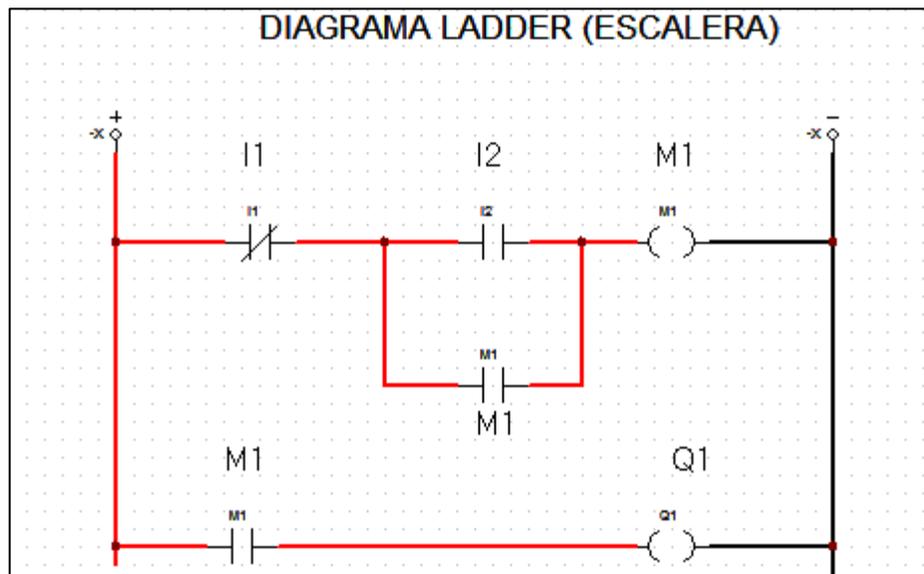
3.5.5.4. Diagrama Ladder o escalera en CADe_SIMU

Se comenzará a colocar los componentes necesarios para el siguiente diagrama en el área de trabajo de CADe_SIMU, el primer esquema que ya se armó es el de control y el segundo es el diagrama de programación conocido como Ladder se procederá con este diagrama.

En CADe_SIMU podemos simular el tipo de programación escalera (Ladder) se hace en la misma área de trabajo, de esta manera se puede visualizar como las entradas que son controladas por pulsadores pueden comandar la programación del autómata virtual, estas instrucciones en base a las entradas dan lugar a las señales que se presentan en las salidas.

Si se observa el PLC no actúa por sí solo si carece de programación depende de estas instrucciones porque ahora nuestro esquema de control anterior solo puede encender el mini PLC no puede realizar alguna acción necesita programación o lógica, esa parte donde actúe o funcione el enclavamiento, por ejemplo, activar señal de salida Q1 o alguna otra salida. Por eso realizaremos el diagrama Ladder veremos la simulación efectiva del enclavamiento eléctrico de una salida (Q1) en este mini PLC.

Figura 100. **Diagrama Ladder del ejemplo de Laboratorio 5**



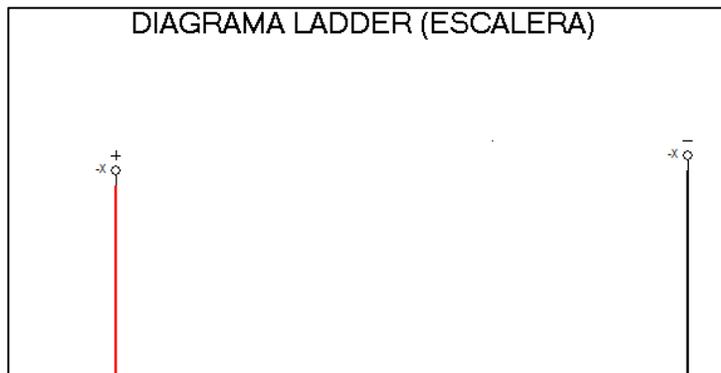
Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

3.5.5.5. Componentes y cableado de diagrama Ladder

Primero se dará una breve mención de los componentes que debemos colocar en el área de trabajo para este diagrama Ladder en el simulador CAdE_SIMU.

- Se aconseja iniciar por la alimentación del circuito, este circuito se alimenta simbólicamente dado que esta señal es interna (si se hablará en la realidad al alimentar el PLC se tendrá esta señal internamente funcional) como este caso es virtual si se debe realizar la alimentación como positivo y negativo, se debe colocar el cable positivo o activo a la izquierda, el cable con cero voltios o negativo a la derecha como se muestra en la figura 101.

Figura 101. **Alimentación virtual de diagrama Ladder**

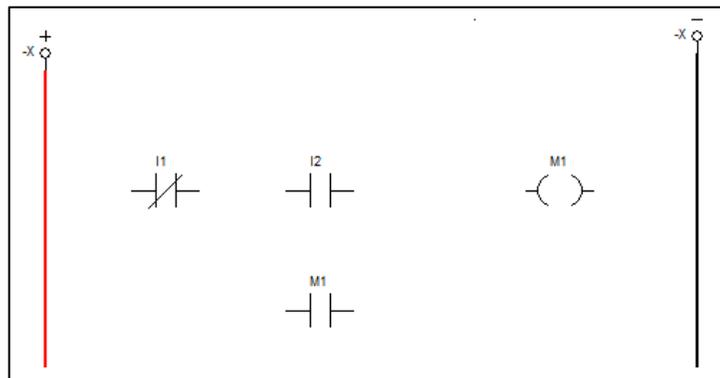


Fuente: elaboración propia, empleando CAdE_SIMU V4.0.

En la primera línea del diagrama Ladder, agrega al área de trabajo de CAdE_SIMU de la librería Ladder, un contacto normalmente cerrado (I1) para detener al circuito, luego agrega un contacto normalmente abierto (I2) para

activar el circuito, posteriormente agrega una salida que le nombraremos marca (M1). En la segunda línea del diagrama tendrás que realimentar esta marca para que quede en funcionamiento permanente, recuerda es el mismo procedimiento que has utilizado antes en la práctica de contactores eléctricos, esto se hace colocando un contacto abierto que en este caso será de una marca interna que se nombrará como M1 en paralelo al contacto normalmente abierto de marcha (I2), para detener este funcionamiento o enclavamiento se tendrá que dar un solo impulso de parada, los componentes pueden quedar de la siguiente manera.

Figura 102. **Componentes de los dos primeros escalones diagrama Ladder**



Fuente: elaboración propia, empleando CAdE_SIMU V4.0.

En la tercera línea del diagrama se tiene el contacto de la marca permanente, debes utilizar un contacto normalmente abierto y nombrarla con el nombre de la marca (M1) para heredar la acción permanente o enclavamiento, luego agrega la salida (Q1) para poder activarla o desactivarla dependiendo de las acciones de los impulsos.

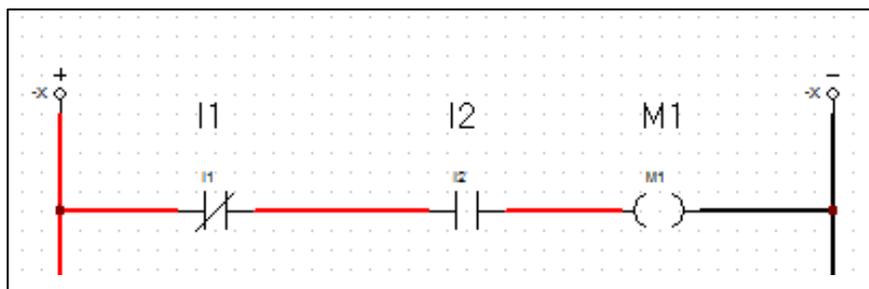
Figura 103. **Componentes del tercer escalón diagrama Ladder**



Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

A continuación, se procede con el cableado de los componentes, se muestran los tramos de cable en la primera línea del diagrama Ladder, en este caso se ha tomado la primera línea o escalón de arriba hacia abajo.

Figura 104. **Tramos de cable en la primera línea del diagrama Ladder**



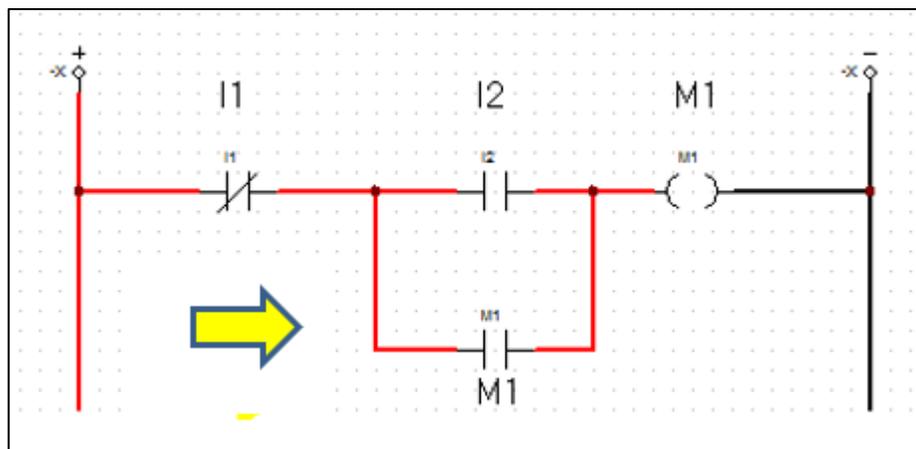
Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Con base en la figura 104 coloca los tramos de cable, se recomienda cablear de izquierda a derecha, empieza colocando el tramo de cable del voltaje positivo virtual a el primer borne del contacto normalmente cerrado (I1). Se

colocará el tramo de cable desde el segundo borne del contacto cerrado (I1) hacia el primer borne del contacto normalmente abierto (I2). Se colocará el tramo de cable desde el segundo borne del contacto abierto (I2) hacia el primer borne de la salida tipo marca (M1). Se colocará el segundo borne de la marca (M1) hacia el cable de cero voltios para cerrar el circuito.

Seguidamente se muestran cómo deben quedar los tramos de cable en la segunda línea del diagrama Ladder, en esta segunda línea es donde se realiza el enclavamiento de la marca M1 es recomendable realimentar o realizar enclavamientos con marcas y no bobinas físicas por ello utilizamos una marca.

Figura 105. **Tramos de cable en la segunda línea del diagrama Ladder**

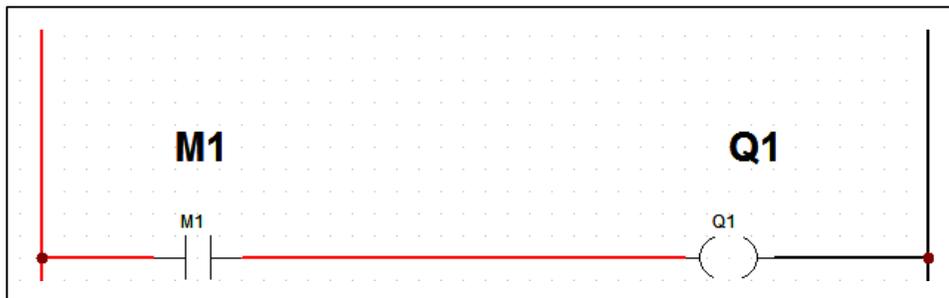


Fuente: elaboración propia, empleando CADe_SIMU V4.0.

Se colocan los tramos de cable de la segunda línea en base a la figura 105, en esta segunda línea solo debe ponerse en paralelo un contacto abierto que se le nombrara como M1, el primer borne del contacto M1 debe conectarse con el primer borne del contacto I2, el segundo borne del contacto M1 debe conectarse con el segundo contacto del I2.

A continuación, se muestran los tramos de cable en la tercera línea del diagrama Ladder:

Figura 106. **Tramos de cable en la tercera línea del diagrama Ladder**



Fuente: elaboración propia, empleando CAdE_SIMU V4.0.

Con base en la figura 106 se colocará el tramo de cable desde el cable positivo hacia el primer borne del contacto abierto llamado M1. Se colocará el tramo de cable desde el segundo borne del contacto M1 hacia el primer borne de la salida Q1 para finalizar se colocará el tramo de cable del segundo borne de la salida Q1 hacia el cable de cero voltios para cerrar el circuito, de esta manera ya se realizó el cableado en el diagrama Ladder para este ejemplo.

3.5.5.6. Recomendación de nomenclatura

Se recuerda siempre corroborar la nomenclatura de todos los elementos de este circuito lo importante en cuanto a nomenclatura es:

- I1: entrada digital debe llamarse así con mayúscula el contacto normalmente abierto a del circuito de Ladder para detener el circuito (debes borrar algún guion corto (-) antes del prefijo I1 si queda con guion corto probablemente no se enlace la acción al mini PLC puesta que la

entrada digital en este simulador esta nombrada como I1 con mayúscula y sin guion corto para enlazar acción con el autómata.

- I2: entrada digital debe llamarse así con mayúscula y sin guion corto el contacto normalmente abierto en el circuito de Ladder para darle marcha al circuito.
- M1: debe llamarse así la salida tipo marca de la primera línea del diagrama Ladder, al contacto normalmente abierto de la marca que debe ir en paralelo al contacto I2, también se llama así al contacto abierto que controla salida Q1.
- Q1: debe llamarse así con mayúscula y sin guion corto la salida para activar el relé (Q1) del mini PLC en este simulador.

Si has realizado todo lo anterior procede a simular el circuito o en otro caso analizar la posible falla del porque no simula, algunos concuerdan que las fallas comunes de falla de circuito se encuentran en los tramos de los cables o la nomenclatura de los componentes, ahora en este circuito es pertinente mencionar también que anteriormente no teníamos problema en colocar el prefijo con guion corto, por ejemplo, un contactor (-KM1) siempre y cuando se llamara a sus contactos o auxiliares o principales (-KM1) con el mismo guion corto, pero se ha observado que en el caso del PLC si colocamos alguna salida o entrada digital con guion corto no se enlaza ósea no se comunican entre si aunque estén en el mismo área de trabajo, por eso revisa la nomenclatura de este diagrama Ladder o en el esquema de control, tomate el tiempo necesario para revisar tu circuito si así fuera el caso.

3.6. Elaboración de videos

Los videos servirán para explicar de manera concisa los contenidos o ejemplos para las prácticas, antes de las prácticas se explicarán las partes y funciones básicas que componen los programas o simuladores que se van a utilizar en éstas, cada práctica constará de una serie de videos de corta duración que iniciarán cubriendo el contenido teórico, por último, los videos incluirán ejemplos simulados para cada práctica utilizando los programas descritos previamente.

A continuación, se detallarán los pasos utilizados en la elaboración de los videos, desde la selección de contenidos, elaboración de presentaciones, revisión de guion, grabación de pantalla hasta la etapa final de edición con programas virtuales para videos.

3.6.1. Selección de contenidos

El contenido debe ser optimizado e incluir los conceptos clave. Debido a que los videos por ser de tipo educativos tendrán una duración entre 5 y 9 minutos, se han seleccionado para cada práctica los temas teóricos importantes y fortalecido con la simulación de ejemplos prácticos para que el estudiante termine de comprender o compactar sus conocimientos en este laboratorio.

3.6.2. Elaboración de presentaciones y simulaciones teóricas didácticas

Teniendo ya seleccionado los contenidos a cubrir en cada práctica se realizaron las respectivas presentaciones, también en alguna practica se agregó una simulación teórica didáctica a manera de complementar lo escrito en las presentaciones.

Figura 107. **Presentación de mediciones eléctricas básicas en CA**



Fuente: elaboración propia, empleando Canva estudiantil.

3.6.3. Guion

El guion ayuda al presentador a mantener la coherencia y el orden de la información, presentación o ejecución de algún ejemplo, este guion es personal no se entregará a los participantes, sirve para no olvidar detalles también para remarcar información o datos teóricos que se quieren puntualizar.

Se debe tener cuidado de no leer textualmente el guion puesto que también se debe enfatizar la naturaleza y fluidez de transmitir, ya sea en una presentación o ejecución de algún ejemplo práctico esto hace que el participante se sienta cómodo.

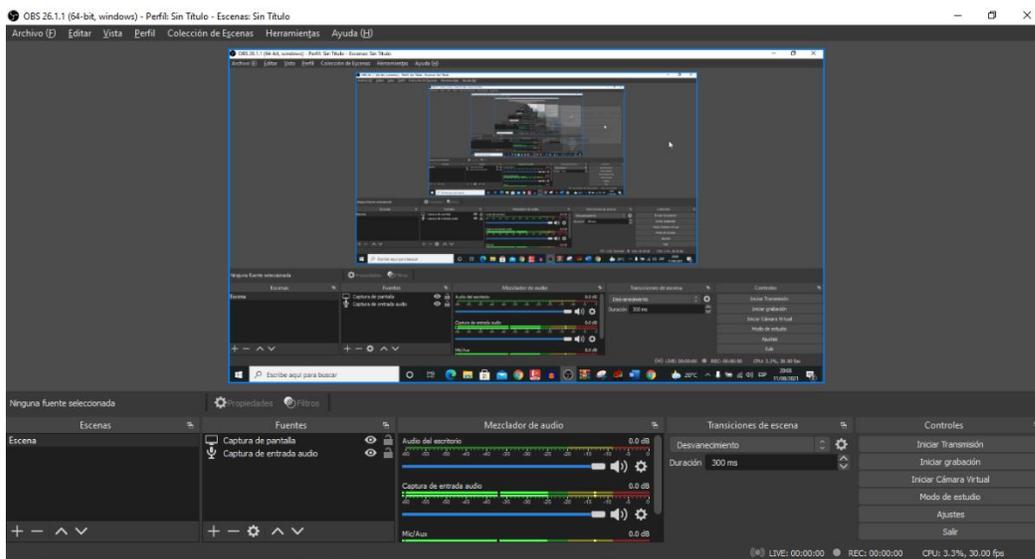
3.6.4. Filmación

Para grabar todo de los vídeos, el presentador proyecta la presentación de su pantalla y la captura, mientras que el guion le sirve de manera escrita para abarcar los temas de las prácticas uno por uno. Para el caso de los ejemplos

simulados se procede de la misma manera se presenta pantalla capturando el programa de simulación en esta parte se debe verificar con el guion el orden de la realización o ejecución del ejemplo.

Las grabaciones fueron realizadas empleando el programa OBS Studio versión 26.1.1. descrito en la sección 1.3.2.3.3.

Figura 108. **Grabación de pantalla con OBS Studio**



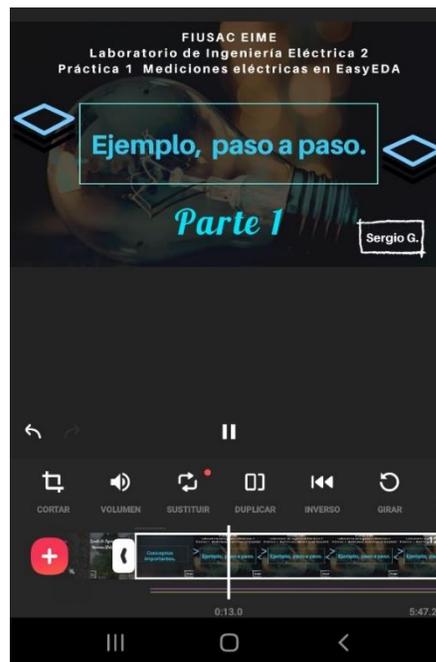
Fuente: elaboración propia, empleando el programa OBS Studio versión 26.1.1.

Estas grabaciones fueron hechas en la mayoría de los casos en conformidad con el contenido de cada práctica, con errores y videos de duración variable que fueron modificados en la parte de edición de video.

3.6.5. Edición de video

Durante esta etapa, el vídeo se edita, se agregan lonas para separar ciertas partes de los videos, se editan los errores del audio, se agrega música de fondo y se modifica la longitud de cada uno de los videos. Estos ajustes se realizaron con el editor de video InShot 1.738.1327, que se describe en la sección 1.3.2.3.4.

Figura 109. Edición de videos con InShot Mobile



Fuente: elaboración propia, empleando el programa InShot 1.738.1327.

En esta parte de edición también se agrega la respectiva marca de agua de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, FIUSAC. Este editor también permite guardar el video final terminado en un formato adaptable y útil en plataformas como YouTube entre otras.

4. PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

Seleccionar la respuesta correcta a las siguientes preguntas en base a los conceptos de los capítulos anteriores y los conocimientos adquiridos en este laboratorio.

4.1. Evaluaciones cortas

A continuación, se encuentran las evaluaciones correspondientes a cada práctica de laboratorio.

4.1.1. Evaluación del Laboratorio 1

- El multímetro digital tiene la capacidad de medir intensidad de corriente eléctrica (corriente).
 - Verdadero
 - Falso

- El voltaje pico es igual en magnitud al voltaje eficaz (RMS).
 - Verdadero
 - Falso

- El voltaje que frecuentemente viene especificado en la hoja de datos de los componentes eléctricos hace referencia a un voltaje eficaz (RMS) y no a un voltaje pico.
 - Verdadero
 - Falso

- La medición de voltaje en un circuito ya sea de corriente alterna o corriente directa se realiza en paralelo al punto de interés o por ejemplo en paralelo a la carga eléctrica.
 - Verdadero
 - Falso

- La medición de corriente en un circuito ya sea de corriente alterna o corriente directa se realiza en serie al punto de interés o por ejemplo en serie a la carga eléctrica.
 - Verdadero
 - Falso

- Una fuente de corriente alterna tiene un conductor llamado neutro.
 - Verdadero
 - Falso

- El componente (resistencia) en corriente alterna presenta impedancia.
 - Verdadero
 - Falso

- Es una buena práctica de circuitos agregar cuadro de nomenclatura de componentes.
 - Verdadero
 - Falso

- Los multímetros digitales pueden medir la resistencia eléctrica.
 - Verdadero
 - Falso

- Una fuente de corriente directa tiene un conductor llamado neutro.
 - Verdadero
 - Falso

4.1.2. Evaluación del Laboratorio 2

- Un transformador es una máquina eléctrica, se dice que es estacionaria o aumenta/reduce el voltaje y que conserva de manera aproximada la potencia y la frecuencia.
 - Verdadero
 - Falso
- Si se realiza la medición en el secundario de un transformador eléctrico monofásico con un multímetro digital el valor de voltaje que se obtendrá será:
 - Voltaje pico
 - Voltaje eficaz
- Establece la proporción con la cual se reduce o eleva el voltaje en el devanado secundario respecto al primario.
 - Banco de transformadores
 - Relación de transformación
 - Banco de transformadores trifásicos
 - Banco de transformadores monofásicos
- En la estructura del subsector eléctrico en Guatemala se encuentran MEM (Ministerio de Energía y Minas), CNEE (Comisión Nacional de Energía Eléctrica), AMM (Administrador de Mercado Mayorista).

- Verdadero
 - Falso

- La CNEE (Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala) comparte información pública en su página de internet, por ejemplo, informes de generación de energía eléctrica.
 - Verdadero
 - Falso

- Existe solo una empresa distribuidora de energía eléctrica en Guatemala se le conoce como empresa eléctrica de Guatemala (EEGSA)
 - Verdadero
 - Falso
 - Mencione:

- Algunas municipalidades de Guatemala distribuyen energía eléctrica.
 - Verdadero
 - Falso

- Algunos transformadores eléctricos incluyen su protección en su carcasa.
 - Verdadero
 - Falso

- Hay transformadores eléctricos monofásicos y trifásicos.
 - Verdadero
 - Falso

- El transformador eléctrico aparte de cambiar el voltaje también cambia la frecuencia.
 - Verdadero
 - Falso

4.1.3. Evaluación del Laboratorio 3

- En una acometida eléctrica de baja tensión monofásica el conductor de neutro es el conductor con aproximadamente cero voltios.
 - Verdadero
 - Falso
- En una acometida eléctrica de baja tensión monofásica donde el medidor y la columna se encuentran a 16 m. del tablero principal, la protección de la acometida (caja RH) se debe colocar en la columna del medidor.
 - Verdadero
 - Falso
- La caja *socket* del medidor de energía frecuentemente se instala en una columna y su orientación/vista depende de la propiedad pública y privada.
 - Verdadero
 - Falso
- Cuando se instala caja de medidor hecha de policarbonato debe quedar a una:
 - Altura de 1,90 metros \pm 10 centímetros
 - Altura de 1,80 metros \pm 10 centímetros
 - Altura de 2,70 metros \pm 10 centímetros

- Un circuito de iluminación frecuentemente utiliza una protección termomagnética.
 - Verdadero
 - Falso

- Cuando se instala caja de medidor hecha de metal debe quedar a una:
 - Altura de 1,90 metros \pm 10 centímetros
 - Altura de 1,80 metros \pm 10 centímetros
 - Altura de 2,70 metros \pm 10 centímetros

- El cable de protección eléctrica es de color verde o verde con blanco.
 - Verdadero
 - Falso

- Un circuito no fuerza no utiliza una protección termomagnética.
 - Verdadero
 - Falso

- Cuando una acometida es aérea frecuentemente se instala en una columna o poste.
 - Verdadero
 - Falso

- Los conductores desde el poste hacia la acometida son llevados por la empresa distribuidora.
 - Verdadero
 - Falso

4.1.4. Evaluación del Laboratorio 4

- Usted considera que la automatización industrial de procesos podría generar ahorros en una industria o empresa.
 - Verdadero
 - Falso

- Un contactor eléctrico tiene la capacidad de soportar altas corrientes en sus contactos principales.
 - Verdadero
 - Falso

- Un contactor eléctrico tiene la capacidad de soportar altas corrientes en sus contactos auxiliares.
 - Verdadero
 - Falso

- La bobina de un contactor eléctrico puede alimentarse con 24 Voltios de corriente directa dependiendo de su modelo o fabricante.
 - Verdadero
 - Falso

- En un esquema de control se encuentra frecuentemente la bobina del contactor.
 - Verdadero
 - Falso

- En un esquema de fuerza se encuentra frecuentemente los contactos auxiliares del contactor.
 - Verdadero
 - Falso

- En un esquema de fuerza se encuentra frecuentemente los contactos principales o de potencia del contactor.
 - Verdadero
 - Falso

- Son elementos de accionamiento en un circuito de automatismos eléctricos.
 - Pulsador normalmente abierto, pulsador normalmente cerrado.
 - Disyuntor
 - Lámpara de señalización
 - 120 V corriente alterna

- En un esquema de control se encuentra frecuentemente los contactos auxiliares del contactor.
 - Verdadero
 - Falso

- El accionamiento que se utiliza para arrancar el motor es a menudo un pulsador normalmente abierto.
 - Verdadero
 - Falso

4.1.5. Evaluación del Laboratorio 5

- El controlador Lógico Programable es incompatible con una computadora.
 - Verdadero
 - Falso

- Frecuentemente los PLC traen su *software* para sus respectivas instrucciones.
 - Verdadero
 - Falso

- Es posible simular la programación y la ejecución en el módulo virtual de un PLC en la misma área de trabajo en el programa CADe_SIMU.
 - Verdadero
 - Falso

- El PLC cuenta con CPU y memoria.
 - Verdadero
 - Falso

- Algunos PLC pueden incluir su fuente de alimentación interna de corriente directa.
 - Verdadero
 - Falso

- Es un lenguaje frecuentemente utilizado en el diagrama escalera en los PLC's.
 - Binario
 - Ladder o contactos

- C+
 - HTML
- Existen PLC's que se alimentan con corriente directa de 24 voltios.
 - Verdadero
 - Falso
- En un PLC frecuentemente se comandan sus entradas digitales con pulsadores u otros componentes de accionamiento.
 - Verdadero
 - Falso
- Un PLC puede tener entradas digitales y analógicas dependiendo de su modelo o fabricante.
 - Verdadero
 - Falso
- Un PLC puede tener salidas digitales o analógicas dependiendo de su modelo o fabricante.
 - Verdadero
 - Falso

4.2. Evaluación larga

A continuación, se encuentra la evaluación general correspondiente a las prácticas de laboratorio.

- La medición de voltaje en un circuito ya sea de corriente alterna o corriente directa se realiza en serie al punto de interés o por ejemplo en serie a la carga eléctrica.
 - Verdadero
 - Falso

- El multímetro digital tiene la capacidad de medir tensión eléctrica (voltaje).
 - Verdadero
 - Falso

- El voltaje pico es diferente en magnitud al voltaje eficaz (RMS).
 - Verdadero
 - Falso

- Un transformador es una máquina estacionaria, en esta se puede reducir o elevar el voltaje.
 - Verdadero
 - Falso

- Si se realiza la medición en el secundario de un transformador eléctrico monofásico con un multímetro digital el valor de voltaje que se obtendrá será el voltaje pico o amplitud de la señal.
 - Verdadero
 - Falso

- La Relación de transformación en un transformador eléctrico monofásico establece la proporción con la cual se reduce o eleva el voltaje en el devanado secundario respecto del primario.
 - Verdadero
 - Falso

- En una acometida eléctrica de baja tensión monofásica el conductor de neutro es el conductor con mayor cantidad de voltios.
 - Verdadero
 - Falso

- El medidor de energía está protegido por un medio de protección, regularmente es una llave termomagnética instalada de la siguiente forma: cuando el tablero principal se encuentra a más de 10 metros se instala debajo del medidor y en la misma columna:
 - Verdadero
 - Falso

- La caja *socket* del medidor se encuentra al límite de la propiedad privada y pública, se observa al frente en dirección hacia la vía pública, el enunciado anterior es:
 - Verdadero
 - Falso

- Un contactor eléctrico tiene la capacidad de soportar bajas corrientes en sus contactos auxiliares.
 - Verdadero
 - Falso

- La bobina de un contactor eléctrico puede alimentarse con más de 200 Voltios de corriente alterna dependiendo de su modelo o fabricante.
 - Verdadero
 - Falso

- La automatización industrial en el área eléctrica está ayudando a las industrias y a los procesos de estas plantas.
 - Verdadero
 - Falso

- El controlador Lógico Programable (PLC) es compatible con una computadora.
 - Verdadero
 - Falso

- Existen PLC's que se alimentan con corriente alterna de 120 voltios.
 - Verdadero
 - Falso

- En un PLC se puede comandar sus entradas digitales con algún sensor de tipo digital.
 - Verdadero
 - Falso

- El accionamiento que se utiliza frecuentemente para arrancar un motor eléctrico es un pulsador normalmente cerrado.
 - Verdadero
 - Falso

- El esquema de control se pinta con un trazo delgado a comparación del esquema de fuerza porque circula menos corriente por este.
 - Verdadero
 - Falso

- El accionamiento que se utiliza frecuentemente para parar un motor eléctrico es un pulsador normalmente cerrado.
 - Verdadero
 - Falso

- Es una buena práctica de circuitos colocarle a nuestro diseño un cuadro de encabezado y nomenclatura.
 - Verdadero
 - Falso

- Un PLC puede tener entradas digitales y se podría agregar en unos modelos algún módulo extra para las entradas analógicas.
 - Verdadero
 - Falso

CONCLUSIONES

1. Las prácticas de laboratorio del curso de Ingeniería Eléctrica 2 fueron adaptadas para encajar y desarrollarse en un entorno virtual de manera tal que los participantes pueden seguir construyendo su conocimiento desarrollando los ejemplos virtuales para aplicarlos en las prácticas de este laboratorio con los programas de simulación descritos en el capítulo 1.
2. Los fundamentos teóricos claves para consultar antes de las prácticas propuestas de este laboratorio están incluidos en el capítulo 2. Se realizaron videotutoriales para explicar de forma concisa los conceptos clave de cada práctica o el funcionamiento de los programas de simulación empleados. Estos videos fueron realizados según la sección 3.6.
3. Se propusieron prácticas objetivas también se actualizó el contenido de laboratorio. Los temas incluidos son: Mediciones en CA, Transformador eléctrico, Instalación eléctrica, Contactores y PLC; en el capítulo 3 se encuentran los ejemplos que servirán para las practicas que se conforman por: objetivos, el equipo virtual o las actividades a desarrollar en éstas.
4. En el capítulo 4, se propuso un método para evaluar el contenido teórico de cada práctica para cuantificar el progreso y el nivel de conocimiento adquirido a lo largo de las prácticas.

RECOMENDACIONES

1. Incentivar mecanismos para que los docentes de los diferentes cursos impartidos en la universidad puedan fomentar el uso de herramientas tecnológicas en estos, la tecnología puede optimizar el tiempo de los estudiantes esto les daría más de tiempo para enfocarse en seguir aprendiendo o reforzando temas.
2. Realizar circuitos en programas de simulación es importante corroborar la nomenclatura/configuración de componentes en el programa esto con el fin de que el circuito simule correctamente, puede revisar en orden y repetir los videotutoriales las veces que sean necesarias, estos facilitan en gran manera la realización de los ejemplos o las prácticas propuestas.
3. Examinar y leer por completo el contenido de la práctica con su ejemplo dedicado antes de realizarla, facilitará al participante el desarrollo o cumplimiento de los objetivos de cada práctica propuesta.
4. Diseñar evaluaciones para medir el rendimiento de los participantes en estas se puede cuestionar datos, conceptos teóricos que fueron aprendidos o simulados en programas virtuales descritos en las prácticas. Con el fin de que el estudiante muestre su avance y formación de nuevos conocimientos en cuanto a electricidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. BAELO ÁLVAREZ, Roberto. *El e-learning, una respuesta educativa a las demandas de las sociedades del siglo XXI*. [en línea]. <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36812381007>>. [Consulta 4 de enero de 2021].
2. CHAPMAN, Robert. *Complejidad emergente: la prehistoria posterior del sureste de España, Iberia y el Mediterráneo occidental*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 308 p.
3. Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE. *Normas Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (Acometidas)*. Guatemala: CNEE, 2019. 39 p.
4. _____. *Normas Técnicas del Servicio de Distribución (NTSD)*. Guatemala: CNEE, 2018, 114 p.
5. ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto. *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México: Limusa, 1998. 237 p.
6. _____. *El ABC de las instalaciones eléctricas*. México: Limusa, 2009. 165 p.

7. Ministerio de Energía y Minas MEM. *Plan de expansión del sistema de Generación y Transporte 2020-2024*. Guatemala: MEM, 2020, 285 p.
8. _____. *Plan estratégico institucional 2017-2021, Multimanual, 2017-2019 y operativo 2017*. Guatemala: MEM, 2017. 298 p.
9. Ministerio de Trabajo y Prevención Social. *Acuerdo Gubernativo número 229-2014 y sus reformas 33-2016*. [en línea]. <<https://dgps-sso.mintrabajo.gob.gt/files/REGLAMENTO.pdf>> [Consulta: 15 de junio de 2021].
10. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización). México: Diario Oficial de la Federación, 2015. 1140 p.
11. ORTIZ GRANJA, Dorys. *El constructivismo como teoría y método de enseñanza*. [en línea]. <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441846096005>>. [Consulta 4 de enero de 2021].
12. SARVANT, Roden. *Diseño Eléctrico*. 3a ed. México: Prentice Hall, 2000. 121 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Clave de cuestionarios

Clave cuestionarios													
4.1.1		4.1.2		4.1.3		4.1.4		4.1.5		4.2			
1	a	1	a	1	a	1	a	1	b	1	b	11	a
2	b	2	b	2	a	2	a	2	a	2	a	12	a
3	a	3	b	3	a	3	b	3	a	3	a	13	a
4	a	4	a	4	b	4	a	4	a	4	a	14	a
5	a	5	a	5	a	5	a	5	a	5	b	15	a
6	a	6	b	6	c	6	b	6	b	6	a	16	b
7	a	7	a	7	a	7	a	7	a	7	b	17	a
8	a	8	a	8	b	8	a	8	a	8	a	18	a
9	a	9	a	9	a	9	a	9	a	9	a	19	a
10	b	10	b	10	a	10	a	10	a	10	a	20	a

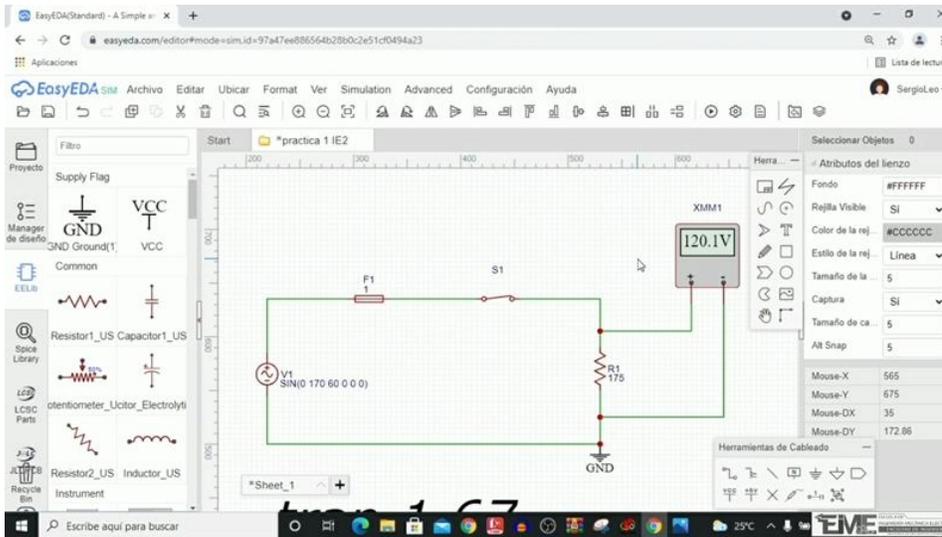
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Apéndice 2. Extracto de primeros pasos en EasyEDA



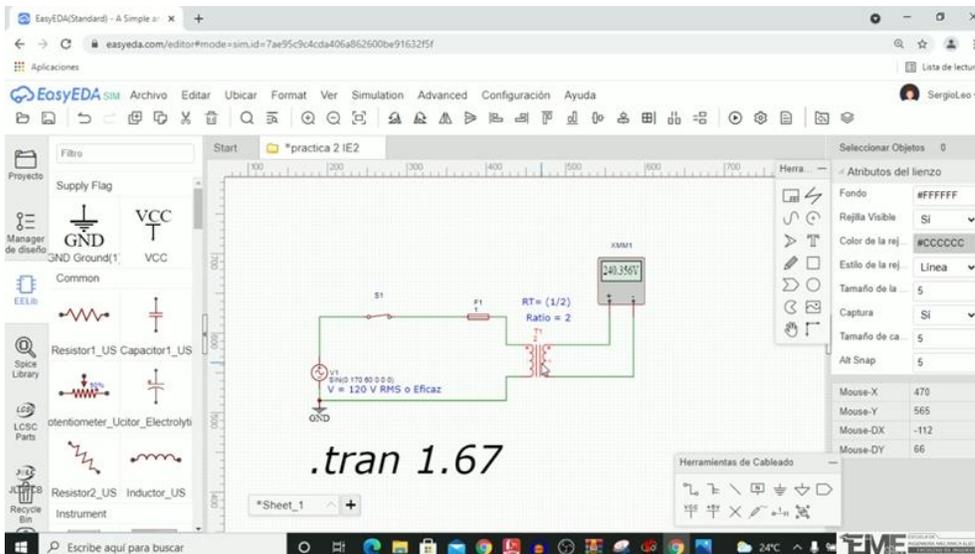
Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Apéndice 3. Extracto de mediciones básicas virtuales en CA



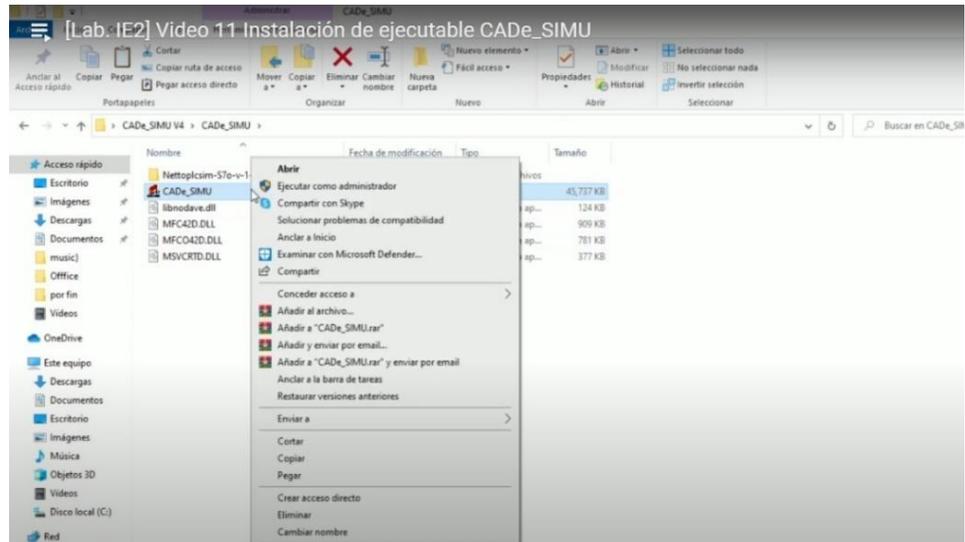
Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Apéndice 4. Extracto de transformador eléctrico virtual



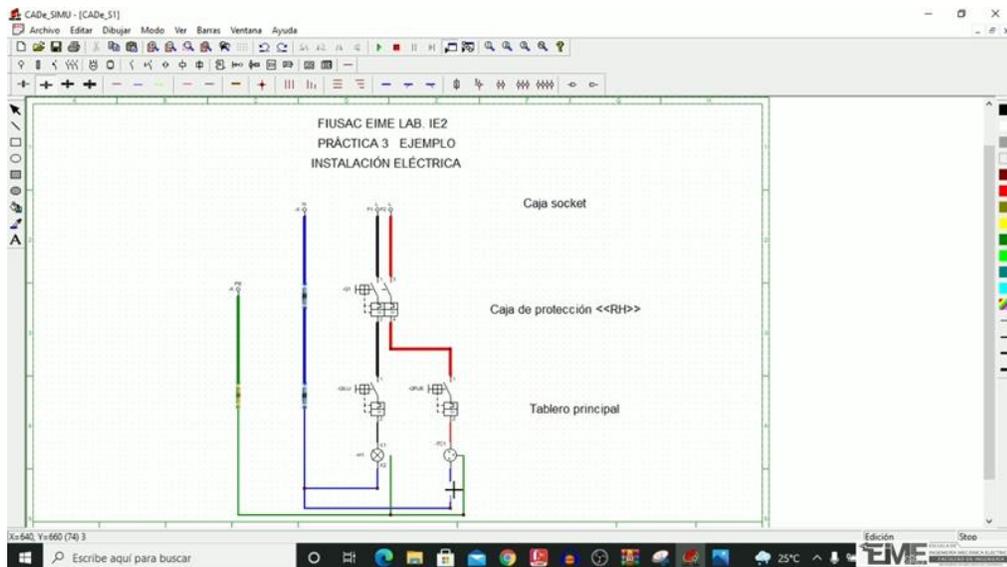
Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Apéndice 5. Instalación de CADe_SIMU



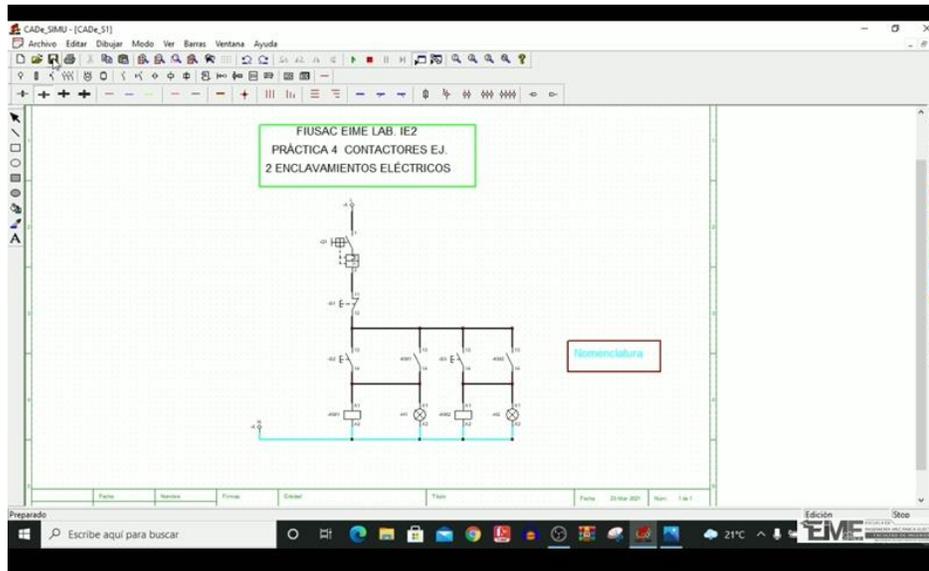
Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Apéndice 6. Extracto de acometida eléctrica domiciliar sencilla



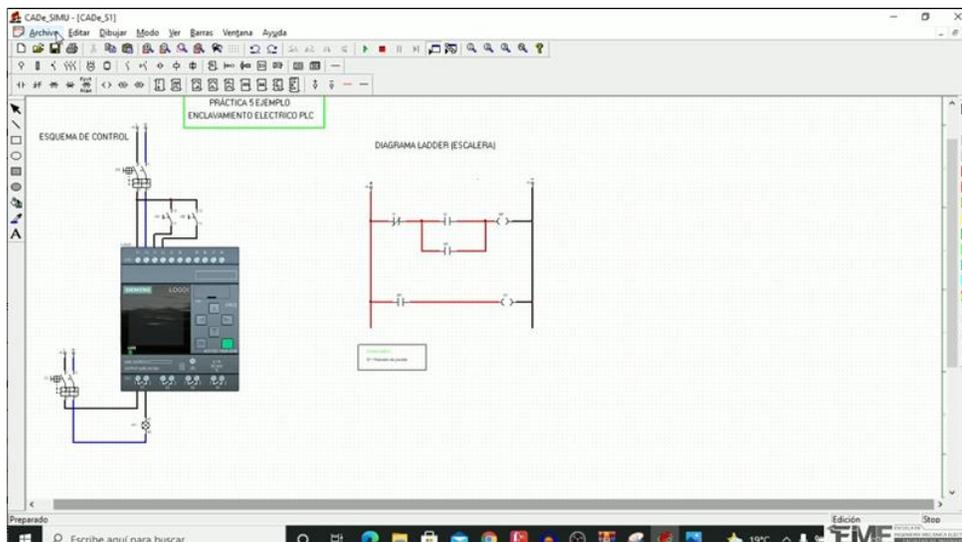
Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Apéndice 7. Extracto de contactores eléctricos



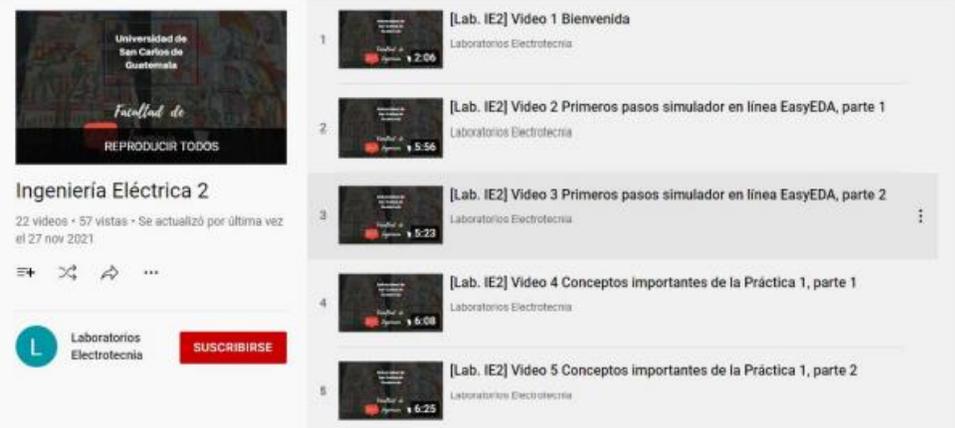
Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Apéndice 8. Extracto de PLC virtual



Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

Apéndice 9. Lista de reproducción completa Lab. IE2



The image shows a YouTube playlist interface. On the left, there is a video player thumbnail for 'Ingeniería Eléctrica 2' from the 'Facultad de Ingeniería' at 'Universidad de San Carlos de Guatemala'. Below the player, the title 'Ingeniería Eléctrica 2' is displayed, along with '22 videos • 57 vistas • Se actualizó por última vez el 27 nov 2021'. There are icons for playlist management and a 'SUSCRIBIRSE' (Subscribe) button for the channel 'Laboratorios Electrotecnia'.

The main part of the image shows a list of 5 videos in the playlist:

- 1 [Lab. IE2] Video 1 Bienvenida
Laboratorios Electrotecnia
Duration: 2:06
- 2 [Lab. IE2] Video 2 Primeros pasos simulador en línea EasyEDA, parte 1
Laboratorios Electrotecnia
Duration: 5:56
- 3 [Lab. IE2] Video 3 Primeros pasos simulador en línea EasyEDA, parte 2
Laboratorios Electrotecnia
Duration: 6:23
- 4 [Lab. IE2] Video 4 Conceptos importantes de la Práctica 1, parte 1
Laboratorios Electrotecnia
Duration: 6:08
- 5 [Lab. IE2] Video 5 Conceptos importantes de la Práctica 1, parte 2
Laboratorios Electrotecnia
Duration: 6:25

Fuente: elaboración propia, empleando EasyEDA.

ANEXOS

Anexo 1. NOM 001 SEDE 2012 (Tierra)

<p style="text-align: center;">ARTICULO 250 PUESTA A TIERRA Y UNION A. Generalidades</p> <p>250-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos generales para la puesta a tierra y unión de instalaciones eléctricas y los requisitos específicos indicados en (a) hasta (f).</p> <ul style="list-style-type: none">a) Sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o no se permite que estén puestas a tierra.b) El conductor del circuito que debe ser puesto a tierra en sistemas puestas a tierra.c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.d) Tipos y tamaños de los conductores de unión y de puesta a tierra y electrodos de puesta a tierra.e) Métodos de puesta a tierra y unión.f) Condiciones bajo las cuales los protectores, la separación o el aislamiento eléctrico pueden ser sustituidos por la puesta a tierra. <p>NOTA: Ver la Figura 250-1 con respecto a información sobre la organización del Artículo 250 que comprende los requisitos de puesta a tierra y unión.</p> <p><small>www.dof.gob.mx/normasOficiales/4951/SENER/SENER.html</small> <small>83/780</small></p>

Fuente: NOM-001-SEDE-2012. *Oficial norma mexicana electricidad.*

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/512096/NOM-001-SEDE-2012.pdf>. Consulta:
septiembre de 2021.

Anexo 2. NOM 001 SEDE 2012 (conductores)

<p style="text-align: center;">ARTICULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS A. Generalidades</p> <p><small>www.dof.gob.mx/normasOficiales/4951/SENER/SENER.html</small> <small>31/780</small></p> <hr/> <p><small>19/11/2019</small> <small>SENER</small></p> <p>210-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para los circuitos derivados, excepto aquellos que alimenten únicamente cargas de motores, los cuales se cubren en el Artículo 430. Las disposiciones de este Artículo y del 430 se aplican a los circuitos derivados con cargas combinadas.</p> <p>210-2. Otros Artículos para circuitos derivados con propósitos específicos. Los circuitos derivados deben cumplir con este Artículo y también las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM. Las disposiciones para los circuitos derivados que alimentan equipos mencionados en la Tabla 210-2, modifican o complementan las disposiciones de este Artículo y deben aplicarse a los circuitos derivados referidos en la misma.</p>

Fuente: NOM-001-SEDE-2012. *Oficial norma mexicana electricidad.*

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/512096/NOM-001-SEDE-2012.pdf>. Consulta:
septiembre de 2021.

Anexo 3. Requisitos nuevo servicio hoja



REQUISITOS PARA SOLICITAR CONEXIONES NUEVAS

Si el Servicio se solicita a nombre del Propietario del inmueble:

1. Hoja Verificable, para la consignación de los datos de este cuestionario se sugiere la asesoría correspondiente de su electricista. (cuestionario que se entrega gratuitamente en cualquier agencia de EEGSA).
2. Constancia de propiedad.
 - a) Escritura con dirección catastral, si dicha escritura no tuviera la dirección, deberá agregar la carta del Departamento de Catastro de la Municipalidad que le corresponde relacionando los datos de la escritura con la dirección catastral.
 - b) Si aún no tiene escritura porque el terreno está en proceso de compra a una urbanizadora o lotificadora, deberá entregar la carta de la lotificadora dirigida a Empresa Eléctrica informando quien es el propietario y la dirección.
3. Fotocopia de DPI de la persona que se constituirá como Cliente de EEGSA
4. Proporcionar la siguiente información del Contratante:
 - a) NIT
 - b) Teléfono fijo
 - c) Teléfono celular
 - d) Correo electrónico
 - e) Dirección de cobro si en caso fuera diferente a la de la instalación.

Si el Servicio no lo pudiera venir a contratar la persona que se ha de constituir como Cliente, deberá cumplirse además de los requisitos anteriores con:

- f) Carta de la persona que se constituirá como Cliente, autorizando a otra persona mayor de edad para que firme el contrato en su nombre.
- g) Fotocopia de DPI de la persona que firmará el contrato.

Si el Contrato se genera a nombre de una persona diferente al propietario, como por ejemplo de un Inquilino, deberá cumplir además de los requisitos anteriores, con:

- h) Carta del propietario del terreno constituyéndose en fiador del inquilino.
- i) Constancia de Arrendamiento en sustitución del requisito del inciso 3.

Si el Servicio se solicita a nombre de una Empresa o razón social específica:

- j) Fotocopia del nombramiento del representante legal.
- k) Fotocopia de DPI del representante legal.
- l) Carta del representante legal autorizando a otra persona para que firme el contrato, en caso de que no pudiera personalmente el representante firmarlo.
- m) Fotocopia de DPI de la persona que firmará el contrato. (El inciso 12 y el 13 sustituyen al 6 y 7 en este caso)

Otros requisitos:

- n) Pagar el valor del depósito correspondiente.

Nota: Si el poste al que se conectará el servicio, esta a una distancia mayor a los 40 metros, se debe solicitar Extensión de líneas.

NOTA: Todas las fotocopias que presente deben ser simples y NO DUPLEX.

Para cualquier consulta puede llamar al 2277-7000

Fuente: EEGSA. *Servicio nuevo*. <https://eegsa.com/wp-content/uploads/2016/04/REQUISITOS-SERVICIO-NUEVO.pdf>. Consulta: febrero de 2021.

Anexo 4. Hoja verificable EEGSA pág. 1



Departamento de Atención al Cliente
LISTA VERIFICABLE PARA CONEXIONES NUEVAS
Distribución Gratuita

Apreciable Solicitante de Servicio de Energía Eléctrica: Para garantizar que su solicitud de servicio de energía eléctrica cumple con las Normas de Acometidas vigentes y minimizar el tiempo de conexión, le agradeceremos llenar este formulario. Su solicitud será atendida adecuadamente si se cuenta con toda la información requerida.

Nombre completo de quien solicita el servicio: _____

1. Dirección del lugar en el que necesita el servicio de energía eléctrica: _____

2. Dirección de cobro y/o correspondencia: _____

3. Teléfono: _____ Fax: _____ Nit: _____

Correo Electrónico: _____ Teléfono Asesor Técnico: _____

4. Tipo de Instalación solicitada:

- Residencial Municipal Comercial Industrial Traslado
 Gobierno Acoplado Permanente Temporal

Si la solicitud es un Traslado, Aumento de Voltaje y/o Retiro de Precinto indicar:

No. correlativo: _____ No. de Contador: _____ No. de Precinto: _____

5. No. de Contador Anterior: _____ No. de Contador Posterior: _____

6. Voltaje de Servicio:

- 120 V. 120/208 V. 120/240 V. 240/480 V. Otros V.

7. Anote el número de Poste del cual supone se conectará el servicio: _____

8. Tipo de Caja para Contador:

- 100 AMP 200 AMP Tablero Múltiple Caja Tipo II Caja Tipo III
 Caja Tipo IV Medición Primaria Otros

9. ¿A cuántos metros está su acometida del poste más cercano de la Empresa?

- 1 a 10 metros 11 a 20 metros 21 a 30 mts. Acople
 31 a 40 metros Menos de 200 metros Más de 200 mts. Tablero Múltiple

10. La ubicación de la Acometida es:

- Subterránea Aérea

11. Cuando se instale el servicio, el cable de la acometida quedará:

- No atraviesa la calle (4.5 mts) Si atraviesa la calle (5.5 mts) Si Atraviesa Boulevard (7.5 mts) Otros

12. El lugar donde se instalará el servicio ¿está plenamente identificado con números formales?

- Sí No

13. Considera que al momento de instalar el servicio ¿el cable pasará sobre un terreno ajeno?

- Sí No

14. El lugar en el que se instalará el servicio, ¿está en un callejón y la acometida a la orilla de la calle?

- Sí No

15. No. Poste del Bco. de Transformadores: _____ Cantidad de Transformadores: _____

Capacidad Bco. Existente de Transformadores: _____ Compañía No.: _____

continuación anexo 4.

Hoja No. 2

16. Detalle de carga a conectar:				1 FASE				17. Detalle de carga a conectar:				3 FASES			
_____	KW	Iluminación	_____	V	_____	KW	Fuerza	_____	V	_____	KW	Calefacción	_____	V	
_____	KW	Fuerza	_____	V	_____	KW	Motores	_____	V	_____	KW	Motores	_____	V	
_____	KW	Motores	_____	V	_____	KW	Total	_____	V	_____	KW	Total	_____	V	
_____	KW	Calefacción	_____	V											
_____	KW	Total	_____	V											

18. Potencia contratada: _____ KW

OBSERVACIONES: _____

Yo _____ con DPI No. _____ he verificado que la información anterior es verdadera por lo que, al momento que Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A. verifique lo contrario, libero a EEGSA de todo compromiso adquirido con relación a la instalación del servicio solicitado y consignado en el Depósito No. _____, comprometiéndome a realizar las gestiones necesarias para cumplir con las normas y los gastos ocasionados por el envío del personal técnico.

Firma del Solicitante _____ Guatemala _____ de _____ de _____

AREA DE VERIFICACION

a. El contador anterior y el posterior corresponden a la misma población del servicio SI No

b. La instalación es con modificación a la red SI Estudio No. _____ No. de Oficinista _____

Firma del Oficinista _____ No. de Oficinista _____

Croquis de Ubicación
del Lugar en donde se Instalará el Servicio de Energía Eléctrica
 (indicar en el diagrama, la ubicación del transformador)

NORTE



Fuente: EEGSA. Hoja verificable. <https://eegsa.com/wp-content/uploads/2016/04/HOJA-VERIFICABLE.pdf>. Consulta: febrero de 2021.