



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

**ESTRUCTURACIÓN VIRTUAL CONSTRUCTIVISTA DE LOS CONCEPTOS DE CORRIENTE
ALTERNA, ESQUEMA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA Y CENTRALES
ELÉCTRICAS DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2**

Angel Alejandro Martínez Villafuerte

Asesorado por el Ing. Otto Fernando Andrino González

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTRUCTURACIÓN VIRTUAL CONSTRUCTIVISTA DE LOS CONCEPTOS DE CORRIENTE
ALTERNA, ESQUEMA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA Y CENTRALES
ELÉCTRICAS DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANGEL ALEJANDRO MARTÍNEZ VILLAFUERTE
ASESORADO POR EL ING. OTTO FERNANDO ANDRINO GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. Jose Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
EXAMINADOR	Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
EXAMINADOR	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

ESTRUCTURACIÓN VIRTUAL CONSTRUCTIVISTA DE LOS CONCEPTOS DE CORRIENTE ALTERNA, ESQUEMA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA Y CENTRALES ELÉCTRICAS DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 2 de febrero de 2018.



Angel Alejandro Martínez Villafuerte



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, 29 de julio de 2019

Señor Coordinador
Ing. Otto Fernando Andrino González
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Coordinador:

Por este medio informo que, en mi calidad de Asesor, he revisado y aprobado el trabajo de graduación presentado por el estudiante **Angel Alejandro Martínez Villafuerte** titulado **"ESTRUCTURACIÓN VIRTUAL CONSTRUCTIVISTA DE LOS CONCEPTOS DE CORRIENTE ALTERNA, ESQUEMA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA Y CENTRALES ELÉCTRICAS DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2."**, quien se identifica con carné **201404161**, estudiante de **Ingeniería Eléctrica**. Por lo que cumpliendo con los requisitos solicitados entrego el finiquito correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

MSc. OTTO F. ANDRINO G.
ING. ELECTRICISTA

Ing. Otto Fernando Andrino González
Colegiado No. 4,038
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF. EIME 47. 2019.
6 de SEPTIEMBRE 2019.

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:
**ESTRUCTURACIÓN VIRTUAL CONSTRUCTIVISTA DE LOS
CONCEPTOS DE CORRIENTE ALTERNA, ESQUEMA DE UN
SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA Y CENTRALES
ELÉCTRICAS DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2,**
del estudiante; Angel Alejandro Martínez Villafuerte que cumple
con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Otto Fernando Andrino González
Coordinador de Electrotécnia





REF. EIME 47. 2019.

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 de el estudiante: ANGEL ALEJANDRO MARTÍNEZ VILLAFUERTE titulado: ESTRUCTURACIÓN VIRTUAL CONSTRUCTIVISTA DE LOS CONCEPTOS DE CORRIENTE ALTERNA, ESQUEMA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA Y CENTRALES ELÉCTRICAS DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2, procede a la autorización del mismo.


Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo



GUATEMALA, 23 DE SEPTIEMBRE 2019.

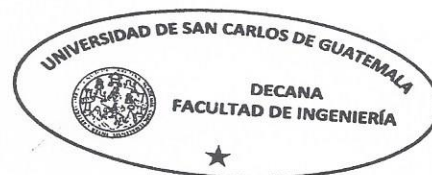


La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **ESTRUCTURACIÓN VIRTUAL CONSTRUCTIVISTA DE LOS CONCEPTOS DE CORRIENTE ALTERNA, ESQUEMA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA Y CENTRALES ELÉCTRICAS DEL CURSO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA 2**, presentado por el estudiante universitario: **Angel Alejandro Martínez Villafuerte**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, Octubre de 2019



AACE/asga
cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el cimiento de toda mi vida y regalarme salud, sabiduría, entendimiento y amor en todo momento.
Mis padres	Angel Martínez y Delmi Villafuerte. Por su amor y apoyo incondicional. Por ser un ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y perseverancia.
Mi hermana	Maria de los Angeles Martínez, por su apoyo y por ser una importante influencia en mi carrera.
Mis seres queridos	Los cuáles me han abrigado tanto en los buenos y en los momentos de dificultades.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de desarrollarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme el conocimiento y enseñarme a ejercer con excelencia, honestidad y respeto.
Mis amigos de la facultad	Cuyas aptitudes y actitudes fueron el mejor complemento para trabajar en equipo.
Mi asesor	Otto Fernando Andrino, por el conocimiento impartido, el tiempo y la paciencia brindada a mi persona.
Mi novia	Vanesa Rosales, por su apoyo y consejos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. USO DE LAS TIC COMO HERRAMIENTA DE VIRTUALIZACIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Modelo constructivista	2
1.2.1. Características principales del modelo constructivista	2
1.3. Modelos de educación a distancia.....	5
1.3.1. Importancia.....	5
1.3.2. <i>M-learning</i>	6
1.3.3. <i>B-Learning</i>	8
1.3.4. <i>E-learning</i>	9
1.4. Tecnologías de la información y la comunicación	9
1.4.1. Importancia.....	9
1.4.2. Redes de comunicación informáticas	10
1.4.3. Las TIC como herramienta didáctica	12
1.4.4. TIC y el modelo constructivista a implementar	14
2. TEOREMAS, DEMOSTRACIONES Y CONCEPTOS	17
2.1. Conceptos de corriente alterna.....	17

2.1.1.	Corriente directa.....	17
2.1.2.	Corriente, voltaje y resistencia	19
2.1.2.1.	Voltaje	20
2.1.2.2.	Resistencia.....	21
2.1.2.3.	Ley de Ohm.....	22
2.1.2.4.	Efecto Joule.....	24
2.1.3.	Corriente alterna.....	25
2.1.3.1.	Ley de Faraday	25
2.1.3.2.	Señales variantes en el tiempo	26
2.1.4.	Impedancia y fasores	29
2.1.4.1.	Impedancia.....	29
2.1.4.2.	Resistencia.....	30
2.1.4.3.	Reactancia	30
	2.1.4.3.1. Reactancia capacitiva ...	30
	2.1.4.3.2. Reactancia inductiva	31
2.1.4.4.	Fasores	31
2.1.5.	Potencia en AC y factor de potencia	33
2.1.5.1.	Potencia real	34
2.1.5.2.	Potencia reactiva.....	34
2.1.5.3.	Potencia aparente	35
2.1.5.4.	Triángulo de potencias	35
2.1.5.5.	Factor de potencia.....	36
2.1.6.	Sistemas trifásicos y generadores síncronos	38
2.1.6.1.	Generadores síncronos.....	42
2.1.7.	Conexión estrella y delta	45
2.1.7.1.	Conexión estrella.....	45
2.1.7.2.	Conexión delta	46
2.1.7.3.	Conversión estrella y delta	48
2.1.8.	Transformadores trifásicos	50

	2.1.8.1.	Conexión delta-delta	51
	2.1.8.2.	Conexión delta-estrella	53
	2.1.8.3.	Conexión estrella-delta	55
	2.1.8.4.	Conexión estrella-estrella	58
2.2.		Esquema de un sistema eléctrico de potencia	62
	2.2.1.	Elementos del sistema eléctrico de potencia	62
	2.2.2.	Sistemas de generación	63
	2.2.3.	Sistema de transmisión	66
	2.2.4.	Sistema de distribución.....	67
2.3.		Centrales eléctricas	69
	2.3.1.	Centrales que emplean derivados del petróleo.....	69
		2.3.1.1. Centrales de vapor	69
		2.3.1.2. Centrales de gas.....	71
		2.3.1.3. Centrales con motores de combustión interna	73
	2.3.2.	Centrales que no emplean derivados del petróleo.....	75
		2.3.2.1. Centrales hidroeléctricas	75
		2.3.2.2. Centrales eólicas	77
		2.3.2.3. Centrales geotérmicas.....	80
		2.3.2.4. Centrales solares.....	82
		2.3.2.5. Centrales a base de uso de la biomasa	85
		2.3.2.6. Centrales mareomotrices.....	87
		2.3.2.7. Centrales nucleares.....	89
3.		SIMULACIÓN DE EJERCICIOS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO ...	93
	3.1.	Medición de corriente, voltaje y resistencia	93
		3.1.1. Simulación	96

3.1.2.	Práctica de laboratorio	98
3.2.	Medición de potencia en circuito RLC y corrección del factor de potencia.....	108
3.2.1.	Simulación.....	108
3.2.2.	Práctica de laboratorio virtual	113
3.3.	Principio de funcionamiento de motor AC monofásico	116
3.3.1.	Práctica de laboratorio	117
3.4.	Arranque estrella-delta	120
3.4.1.	Simulación.....	120
3.4.2.	Práctica de laboratorio	126
3.5.	Electromagnetismo y principio de inducción	128
3.5.1.	Práctica de laboratorio	128
3.6.	Generador con motor Ac y ventilador como primotor	135
3.6.1.	Laboratorio de maqueta funcional	135
4.	HOJAS DE TRABAJO Y EVALUACIONES	143
4.1.	Corriente directa y alterna	143
4.1.1.	Ejercicio propuesto.....	143
4.1.2.	Cuestionario	144
4.2.	Corriente, voltaje y resistencia	145
4.2.1.	Ejercicio propuesto.....	145
4.2.2.	Cuestionario	147
4.3.	Impedancia y fasores	149
4.3.1.	Ejercicio propuesto.....	149
4.3.2.	Cuestionario	151
4.4.	Potencia en AC	152
4.4.1.	Ejercicio propuesto.....	153
4.4.2.	Cuestionario	155
4.5.	Sistemas trifásicos	157

4.5.1.	Ejercicio propuesto	157
4.5.2.	Cuestionario.....	159
4.6.	Transformadores	161
4.6.1.	Ejercicio propuesto	161
4.6.2.	Cuestionario.....	163
4.7.	Elementos del sistema eléctrico de potencia.....	164
4.7.1.	Cuestionario.....	164
4.8.	Centrales eléctricas que emplean derivados del petróleo	165
4.8.1.	Cuestionario.....	165
4.9.	Centrales eléctricas que no emplean derivados del petróleo.....	167
4.9.1.	Cuestionario.....	167
CONCLUSIONES		171
RECOMENDACIONES.....		173
BIBLIOGRAFÍA.....		175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	TIC y el modelo constructivista en la educación	15
2.	Corriente continua	18
3.	Voltaje	21
4.	Resistencia.....	22
5.	Ley de ohm	23
6.	Relación corriente, voltaje y resistencia	24
7.	Señal periódica y no periódica	27
8.	Periodo y valores instantáneo, pico y pico-pico	28
9.	Triángulo de potencia.....	35
10.	Sistema trifásico.....	39
11.	Tensiones de fase y de línea	40
12.	Sistema trifásico desbalanceado.....	41
13.	Secuencia de fases.....	42
14.	Generador trifásico.....	43
15.	Conexión estrella	46
16.	Conexión delta	47
17.	Configuraciones delta y estrella	49
18.	Conexión delta-delta	51
19.	Conexión delta-estrella.....	53
20.	Conexión estrella-delta.....	56
21.	Conexión estrella-estrella.....	59
22.	Sistema eléctrico de potencia	63
23.	Ciclo básico de una máquina de vapor	70

24.	Central térmica de ciclo combiando	72
25.	Central con motor de combustión interna	74
26.	Estructura de una central hidroeléctrica.....	75
27.	Turbina Kaplan para centrales hidroeléctricas	76
28.	Estructura de una central eólica.....	78
29.	Aerogenerador	79
30.	Central geotérmica.....	80
31.	Central termo solar	82
32.	Central fotovoltaica	84
33.	Central a base de biomasa	86
34.	Central mareomotriz	88
35.	Central nuclear.....	89
36.	Ejercicio 3.1.1.1	93
37.	Ejercicio 3.1.1.2	94
38.	Ejercicio 3.1.1.3	94
39.	Ejercicio 3.1.1.4	95
40.	Medición de voltaje	96
41.	Medición de corrientes.....	97
42.	Medición de resistencia	97
43.	Código de colores 4 y 5 bandas	99
44.	Medición de voltaje en fuente DC	101
45.	Medición de voltaje en un resistor.....	102
46.	Medición de voltaje resistencias en serie.....	102
47.	Medición de voltaje resistencias en paralelo.....	103
48.	Medición de corriente.....	104
49.	Medición de corriente resistencias en serie	104
50.	Medición de corriente resistencias en paralelo	105
51.	Ficha técnica 1	106
52.	Ejercicio 3.2.1.1	109

53.	Ejercicio 3.2.1.2.....	110
54.	Ejercicio 3.2.1.3.....	112
55.	Ejercicio 3.2.1.4.....	113
56.	Laboratorio circuito RLC.....	114
57.	Ficha técnica 2	115
58.	Laboratorio 3.1	118
59.	Laboratorio 3.2	118
60.	Laboratorio 3.3	119
61.	Laboratorio 3.4	119
62.	Ficha técnica 3	120
63.	Diagrama equivalente del contactor	121
64.	Laboratorio 4.1	122
65.	Laboratorio 4.2	123
66.	Laboratorio 4.3	124
67.	Laboratorio 4.4	125
68.	Laboratorio 4.5	126
69.	Ficha técnica 4	127
70.	Laboratorio 5.1	131
71.	Laboratorio 5.2	132
72.	Laboratorio 5.3	132
73.	Laboratorio 5.4	133
74.	Ficha técnica 5	134
75.	Laboratorio 6.1	137
76.	Laboratorio 6.2	139
77.	Laboratorio 6.3	139
78.	Laboratorio 6.4	140
79.	Ficha técnica 6	141
80.	Ejercicio 4.2.1-6	147
81.	Ejercicio 4.2.1-7	147

82.	Ejercicio 4.3.1-6	151
83.	Ejercicio 4.3.1-7	151
84.	Ejercicio 4.4.1-1	153
85.	Ejercicio 4.4.1-2	153
86.	Ejercicio 4.4.1-3	154
87.	Ejercicio 4.4.1-4	154
88.	Ejercicio 4.4.1-5	155
89.	Ejercicio 4.5.1-1	158
90.	Ejercicio 4.5.1-2/3	158
91.	Ejercicio 4.5.1-4	159
92.	Ejercicio 4.5.1-1	162
93.	Ejercicio 4.5.1-2	162

TABLAS

I.	Registro del valor total del fabricante.....	106
II.	Registro del valor medido de cada resistencia	106
III.	Registro del valor de los voltajes	107
IV.	Registro del valor de la corrientes en serie.....	107
V.	Registro del valor de las corrientes en paralelo	108
VI.	Registro de reactancias	114
VII.	Registro de las potencias individuales	114
VIII.	Registro de ángulo y factor de potencia.....	115
IX.	Registro de las características del capacitor de compensación.....	116

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Θ	Ángulo
A	Área
q	Carga
σ	Conductividad
I	Corriente
AC	Corriente alterna
DC	Corriente directa
J	Densidad de corriente
$\frac{d}{dt}$	Derivada
Fp	Factor de potencia
f	Frecuencia
Z	Impedancia
l	Longitud
m	Metros
Ω	Ohm
T	Periodo
S	Potencia aparente
P	Potencia real
Q	Potencia reactiva
X_C	Reactancia capacitiva
X_L	Reactancia inductiva
R	Resistencia
ρ	Resistividad

t	Tiempo
W	Trabajo
w	Vatios
ω	Velocidad angular
V	Voltaje
V_f	Voltaje de fase
V_L	Voltaje de línea
V_{rms}	Voltaje eficaz
V_m	Voltaje máximo
V_P	Voltaje pico

GLOSARIO

Circuito monofásico	Sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por una única corriente alterna o fase y, por lo tanto, todo el voltaje varía de la misma forma.
Circuito trifásico	Sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud, que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° eléctricos, y están dadas en un orden determinado.
Constructivismo	Corriente pedagógica basada en la teoría del conocimiento constructivista, que postula la necesidad de entregar al estudiante las herramientas necesarias que le permitan construir sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo que implica que sus ideas puedan verse modificadas y siga aprendiendo.
Corriente	Flujo de carga eléctrica que recorre un material en un tiempo.
Factor de potencia	Es la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S.

Impedancia	Magnitud que establece la relación (cociente) entre la tensión y la intensidad de corriente alterna. Es la oposición al paso de la corriente alterna.
Learning	Aprendizaje.
Online	En línea en la red.
PDA	Asistente personal digital.
Pocket PC	Ordenador de bolsillo.
Podcast	Distribución de archivos multimedia mediante un sistema de redifusión que permite suscribirse y usar un programa que lo descarga para que el usuario lo escuche.
Potencia aparente	Es la potencia total consumida por un elemento, y puede definirse como la suma vectorial de la potencia real y la potencia reactiva.
Potencia instantánea	Potencia absorbida por cualquier elemento en un instante de tiempo dado.
Potencia reactiva	Potencia necesaria para que los elementos capacitivos e inductivos puedan generar campos magnéticos o eléctricos.

Potencia real	Potencia consumida por una carga de tipo resistiva, que se conoce como potencia útil.
Reactancia	Es la oposición ofrecida al paso de la corriente alterna por inductores y condensadores.
Resistencia	Oposición que presenta un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación.
Voltaje eficaz	Valor cuadrático medio de una magnitud eléctrica.
Voltaje pico	Amplitud o valor máximo que alcanza una onda periódica.
Voltaje	Es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito.

RESUMEN

En busca de alcanzar como objetivo una enseñanza integral en los alumnos de la Facultad de Ingeniería se combinan dos herramientas: el modelo de enseñanza constructivista y las tecnologías de la información y la comunicación. Ambas herramientas brindan una vía mediante la cual es posible mejorar la enseñanza y, al mismo tiempo, disminuir el tiempo necesario que se debe invertir en clases presenciales.

Para alcanzar dicho objetivo se estructura una herramienta didáctica que permita a los estudiantes obtener conocimiento aun fuera de los salones de clases; se da así la oportunidad para que su rendimiento académico sea el más eficiente posible: se deja atrás los modelos de aprendizaje metódicos, repetitivos e ineficientes, y da lugar a un modelo de aprendizaje dinámico y evolutivo.

Para ello se busca implementar este trabajo que pretende aplicar una metodología constructivista mediante una estructura dividida en cuatro factores importantes: transmisión del conocimiento a través de conceptos, teoremas y clases magistrales basadas en éste documento; resolución de problemas con procedimiento claro como herramienta de apoyo para la inserción del alumno en el tema; aplicación de los conocimientos adquiridos de parte del alumno a través de hojas de trabajo, prácticas de laboratorio, cuestionarios y exámenes escritos; virtualización de conceptos, ejemplos y aplicaciones con apoyo de las tecnologías de la información y comunicación para recrearlas de forma audiovisual.

OBJETIVOS

General

Crear una herramienta con la cual los estudiantes del curso puedan tener el contenido de las distintas unidades en un formato virtual con el fin de tener acceso a la información desde sus casas y que puedan crear sus propios conceptos a través del método constructivista

Específicos

1. Aplicación de la teoría constructivista.
2. Uso de las TIC.
3. Conceptualizar y virtualizar los temas.
4. Ejemplificar los temas.
5. Crear laboratorios prácticos.
6. Implementar evaluaciones teóricas.
7. Realizar evaluaciones de aplicación de los conceptos.

INTRODUCCIÓN

La idea central del modelo de enseñanza constructivista es que el aprendizaje humano se construye a través de una enseñanza orientada a la acción en la cual el docente debe ofrecer al estudiante las herramientas necesarias para la construcción de sus propios conceptos que le ayudarán a resolver problemas, lo que permite que se ajuste a las diferentes situaciones que se le puedan presentar, para modificar sus conocimientos conforme sigue aprendiendo.

A diferencia del modelo tradicional, en el cual se aplica una enseñanza expositiva donde el foco es el docente, el constructivismo fija su atención en el alumno y en que este pueda realizar actividades que refuercen la enseñanza; de manera que el lenguaje abstracto deja de jugar un papel primordial en el aprendizaje y se enriquece de conocimiento al alumno a través de acciones.

El modelo constructivista invita a los alumnos a participar en actividades en lugar de permanecer solo expectantes, cambiándolos de un estado pasivo a uno activo. El constructivismo busca conducir a la creación de esquemas mentales que van creciendo juntamente con la experiencia a través de los procesos de asimilación y acomodación de la información.

El fin último del método constructivista es crear una necesidad en las personas de construir su propio conocimiento.

1. USO DE LAS TIC COMO HERRAMIENTA DE VIRTUALIZACIÓN

1.1. Antecedentes

Para el correcto desarrollo del conocimiento el mismo debe ser impartido de forma integral. Como precedentes se puede resaltar que durante la Colonia se hicieron esfuerzos por cultivar el conocimiento; sin embargo, los esfuerzos no conducían a una instalación pedagógica consciente, eran más una enseñanza de conceptos básicos trasladados por la cultura dominante hacia la cultura dominada para que pudiesen concretar tareas, sin llegar a tener ideas concretas.

Después de la Colonia con la llegada de la Ilustración se busca la inserción del modelo pedagógico de enseñanza al cual se le denominó como academicista o tradicional. Según la pedagogía eclesiástica, el modelo tradicional tiene su enfoque en la enseñanza y deja a un lado el foco en el aprendizaje lo cual implica que el alumno será capaz de reproducir la enseñanza, mas no podrá hacerse uno con el conocimiento, es decir, no podrá comprender lo que está reproduciendo.

Con el aumento de alumnos entró a jugar un papel importante el conductismo, se busca un conocimiento puro a través de una enseñanza memorística y reiterativa; es decir, el alumno tendrá siempre una misma respuesta ante un mismo estímulo, nace así el sistema de evaluación generalizado con procesos tales como selecciones múltiples o verdadero y falso.

Es así como en necesidad de una mejor educación en 1990 el marco curricular sufre una reforma basada sus fundamentos pedagógicos en el modelo constructivista y en el cognitivo que da énfasis a la propia construcción del conocimiento, en busca de un aprendizaje integral.

1.2. Modelo constructivista

El modelo constructivista en el ámbito pedagógico representa una de las corrientes más representativas, tiene su origen en el postmodernismo y las teorías del conocimiento de algunos autores como Vico, Kant y Piaget.

“Corriente pedagógica dentro del modelo cognitivista que no es más que la afirmación que los seres humanos llevan a cabo un proceso de aprendizaje a partir de los procesos intelectuales activos e internos, que van construyendo ideas individuales y nuevas que se suman para conformar un concepto concreto”.¹

No basta una exposición magistral de los conceptos, es necesario que los conceptos impartidos puedan encajar e insertarse en los conceptos antiguos o previos de los alumnos. Por ello es que el fin primordial es facilitar y potencializar el procesamiento interior cognitivo de los alumnos bajo herramientas de trabajo que provoquen que el alumno se una activamente a la enseñanza; participa de ella y expone sus propios puntos de vista y sus propias ideas; alcanza así recrear en su mente un esquema donde cada una de las piezas formen una sola idea concreta con una definición propia.²

1.2.1. Características principales del modelo constructivista

En el libro de David Jonassen Toward, *A constructivist design model*, se mencionan algunas características sintetizadas a continuación:

¹ CARRETERO, Mario. *Constructivismo y educación*. p. 25.

² PIAGET Jean; VIGOTSKY. Lev *El Constructivismo de Jean Piaget y Lev Vigotsky: sus aportaciones a la educación*. <http://gamapaty.blogspot.com/2011/04/el-constructivismo-de-jean-piaget-y-lev.html>. Consulta: 25 de febrero de 2019.

- “El docente cumple un papel de facilitador de situaciones donde el alumno desarrollo procesos cognitivos.
- El docente no debe generalizar el proceso cognitivo de los alumnos, sino que debe conocer las facilidades y dificultades de cada uno de ellos y fungir como orientador.
- Debe existir una evidente y fuerte interacción entre el docente y el estudiante para que este participe activamente del conocimiento.
- Se debe dar importancia significativa al conocimiento y experiencia previa del alumno.
- Las herramientas deben enfocarse en desarrollar la creatividad y la actitud crítica del alumno.
- Se debe crear un ambiente de interacción entre los mismos estudiantes ya que se busca la construcción del conocimiento de forma colaborativa a través de la negociación social que fomenta la retroalimentación entre alumnos y profesores.
- El nuevo conocimiento adquiere su significado cuando se relaciona con el conocimiento previo donde el contexto social y cultural influye en la construcción del significado.

Para su mejor comprensión se ejemplificará una clase magistral en la cual se implementará el método constructivista:

- El maestro iniciará la cátedra presentando un nuevo tema a los alumnos y los interrogará acerca de este para indagar sobre experiencias antiguas con respecto al mismo. Al tomar dicha postura se despertará la duda en los alumnos; se inicia así el proceso de construir el conocimiento.
- Sin llegar a imponer un concepto empezará a guiar a los alumnos a través de la impartición de la cátedra; se entrega así una serie de herramientas que permitirán al estudiante recrear un pensamiento más concreto, independiente y propio.
- Para iniciar a despejar las dudas más esenciales el profesor unificará el tema expuesto y lo trasladará nuevamente, pero esta vez a través de la ejemplificación se hace uso de herramientas visuales o bien, mediante la resolución de problemas a través del conocimiento expuesto.
- El papel del profesor como ejecutor principal acaba e inicia el papel del alumno como constructor de sus propias ideas y conceptos. Una vez que el profesor entregó las herramientas necesarias, solicita a los alumnos la resolución de una problemática, cuya solución es obtenida mediante la correcta aplicación de los conceptos impartidos.
- Finalmente, para que el conocimiento quede fortalecido en alumno, el profesor realizará una práctica de laboratorio en la cual los estudiantes puedan observar y palpar físicamente los conceptos obtenidos teóricamente”.³

³ JONASSEN TOWARD, David. *A constructivist design model*. p. 125.

1.3. Modelos de educación a distancia

La educación a distancia es una nueva oportunidad que tienen los estudiantes para acceder a la formación académica sin necesidad de asistir físicamente al lugar de estudios.

1.3.1. Importancia

De un tiempo a la fecha la educación a distancia con apoyo de las tecnologías de comunicación ha sido el sistema educativo más significativo puesto que se ha ajustado a los parámetros que demanda esta época tan innovadora.

Diferentes estudios realizados por profesores españoles y de América Latina unificados por la *Revista latinoamericana de tecnología educativa*, *Relatec*, apoyan la bondad de la educación a distancia que demuestra en la mayoría de sus casos el rendimiento obtenido por los alumnos es aún mayor que aquellos alumnos que reciben clases en las universidades de forma presencial.

El modelo de educación a distancia da la posibilidad de diversificar la oferta educativa para atender a las necesidades actuales de educación; es posible atender a numerosa población dispersa en todos los lugares fuera o dentro del país, favorece de esta manera la igualdad de oportunidades.

Así mismo, el volumen 5 de la revista *Relatec* afirma que el material didáctico de este modelo se estructura de manera que posibilita el autoaprendizaje y busca demostrar estadísticamente que la interactividad entre docentes y estudiantes en la EAD es incluso más elevada que en la educación

presencial, sobre todo ahora con incursión de las nuevas vías de comunicación que permiten aún una mayor participación de los estudiantes en el proceso formativo.

1.3.2. M-learning

El aprendizaje móvil o también conocido como *m-learning* no es más que una modalidad educativa que facilita la construcción del conocimiento, la resolución de problemas de aprendizaje y el desarrollo de destrezas o habilidades diversas de forma autónoma gracias a la mediación de dispositivos móviles portables tales como *smartphone*, PDA, tableta, PocketPC, ipod y cualquier otro dispositivo de mano que tenga alguna conectividad inalámbrica; se vale de herramientas o aplicaciones de hipertexto tales como páginas web, e-mail, foros, mensajería instantánea, entre otros.⁴

Según su contexto de uso, existen, además, tres tipos de definiciones que destacan en los nuevos estudios sobre m-learning:

- Modelo educativo que utilizan dispositivos móviles y conexión inalámbrica.
- Permisivo ante la movilidad del estudiante entre diferentes dispositivos y distinto espacio físico; además algunos lo destacan como el factor diferencial con respecto al e-learning; sugiere que esta movilidad brinda la oportunidad de que el estudiante se acerque al aprendizaje en espacios pequeños y separados de tiempo.
- Posibilidad de acceder a la información en el momento y el lugar que se desee o se necesite.

⁴ YANEZ, Pau. Educación virtual sin límite. <https://educacionvirtualesinlimite.wordpress.com/2017/10/17/educacion-virtual-y-las-modalidades-de-aprendizaje/>. Consulta: 4 de abril de 2019.

Algunas de las ventajas descritas por Pau Yanez son las siguientes:

- “Permiten la utilización de juegos como apoyo a la enseñanza.
- Permiten una evaluación formativa.
- Permite el acceso a la información cuando y donde sea necesario.
- Permite la multifuncionalidad, con los distintos sensores, video, acelerómetros, entre otros.
- Aumenta la motivación del alumno.
- Es de fácil uso y está integrado en la vida de los alumnos.
- Atención a la diversidad.
- Permite incluir recursos multimedia tales como: videos, audios, podcast, chat, entre otros.
- Incentiva experiencias de aprendizaje independientes o grupales.
- Ayuda a los estudiantes a identificar las áreas donde necesitan ayuda.
- A los docentes le ofrece mantener una comunicación constante con sus estudiantes y así enviar recordatorios, plazos de entrega, comentarios, sugerencias, avisos, entre otros.

- Ayuda a combatir la resistencia ante el uso de las TIC”.⁵

1.3.3. **B-Learning**

En español, según el portal gamelearn, el *b-learning* también es conocido como aprendizaje semipresencial, aprendizaje mixto, aprendizaje combinado o aprendizaje híbrido (*blended learning*). La educación *b-learning* combina la eficacia y eficiencia de la educación presencial con la flexibilidad de la educación virtual. En ambos métodos el uso de las TIC es importante y es parte de las herramientas para mejorar la calidad durante todo el proceso.

El portal e-ABC *Learning* reitera que el enfoque central de este modelo se encuentra precisamente en obtener lo mejor de dos métodos de enseñanza:

- La capacitación presencial: permite el contacto directo facilitando la interacción física entre estudiantes y hace más eficiente la organización de tareas y la fomentación del trabajo grupal.
- La capacitación online: ofrece mayor flexibilidad en cuanto a tiempo y lugar; además, facilita el envío de documento y permite la absorción y recolección de más información durante el proceso de aprendizaje y reduce los costos y permite tener los conocimientos más actualizados.

Uno de sus objetivos es beneficiarse del material disponible en la red, compartido de modo abierto; sin embargo, no consiste en colocar materiales en internet, sino en aprovechar los materiales que existen en internet.

⁵ YANEZ, Pau. Educación virtual sin límite. <https://educacionvirtualesinlimite.wordpress.com/2017/10/17/educacion-virtual-y-las-modalidades-de-aprendizaje/>. Consulta: 4 de abril de 2019.

1.3.4. E-learning

También conocido popularmente como teleformación, formación *on-line* o bien enseñanza virtual. El *e-learning*, según lo descrito por Pau Yanez en el portal ICAliá, se refiere al proceso de enseñanza que usa como plataforma internet y que toma una posición significativa al mantener una separación física entre el educador y el alumno, pero, con el alcance de una enseñanza síncrona, es decir, a un mismo tiempo entre el educador y al alumno que es una de las características que lo diferencia y separan de la educación móvil o *m-learning*.

Los principales beneficios de este modelo para los estudiantes, pueden resumirse como:

- Reducción de costos.
- Rapidez y agilidad.
- Acceso en cualquier lugar y en cualquier momento.
- Flexibilidad, pues no se requiere que un grupo de personas coincidan en tiempo y espacio.

1.4. Tecnologías de la información y la comunicación

La información se a convertido en el nuevo motor de la sociedad y entorno a ella las tecnologías de la información han adquirido un auge significativo en las últimas décadas.

1.4.1. Importancia

Actualmente, en el ámbito social el papel que juegan la tecnología y la información es de suma importancia puesto que han marcado un hito en la

historia que provocó una transformación multidimensional, muy significativo en el ámbito social. Es por ello de vital importancia el acoplamiento del ser humano ante tal transformación ya que esta tiende a modificar no solo sus hábitos y patrones conductuales, sino, la forma en que cada uno piensa, ejecuta y se enriquece de conocimiento.

La Universidad de Valencia define las TIC como la concepción que existe entre dos grupos tecnológicos: la información (informática, comunicaciones, telemática, interfaces, entre otros) y la comunicación (radio, televisión, telefonía, internet, entre otros) que buscan conjuntamente gestionar información y enviarla de un lugar a otro, permitiéndose almacenarla, recuperarla, procesarla, reenviarla, modificarla y un sinfín de acciones.

Elas son cambiantes a un ritmo que lo marcan los avances en la ciencia y la globalización cultural; contribuye a la emergencia de nuevos conceptos, ideas y tendencias que provocan cambios en nuestra sociedad; incide directa e indirectamente en nuestras vidas, el gran impacto en todos los ámbitos hace poco probable el crecimiento personal prescindiendo de ellas.

1.4.2. Redes de comunicación informáticas

“Una red de comunicación es básicamente un conjunto o sistema de equipos informáticos conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que reciben o envían impulsos eléctricos, electromagnéticos de cualquier otro tipo que pretende compartir datos, información, recursos y ofrecer servicios”.⁶

⁶ BELLOCH, Consuelo. *Las tecnologías de la información y comunicación en el aprendizaje*. <https://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA1.pdf>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Cabe mencionar dos tipos de redes: las públicas o globales como el internet, y las redes privadas como la intranet. Ambas permiten conectar nuestro ordenador a un servidor el cual da acceso a todos los puntos que se conectan a esa misma red; es así como se logra comunicar a dos personas, dígase para nuestro caso un profesor y un alumno en dos puntos distintos, en un mismo momento o en instantes distintos.

A continuación, se detallan herramientas fundamentales clasificadas según la finalidad que se requiere, según el boletín de tecnología educativa de la Universidad de Valencia.

- Comunicación asíncrona
 - Correo electrónico: permite enviar y recibir información personalizada, intercambiando mensajes entre usuarios de ordenadores conectados a internet. Presenta ciertas ventajas sobre otros sistemas de comunicación tradicional: rapidez, comodidad, economía, posibilidad de archivos adjuntos.
 - Listas de distribución: son comunidades virtuales compuestas por grupos de personas con intereses comunes, y que se comunican enviando su información a la dirección electrónica de la lista.
 - Grupos de noticias: se asemeja, por tanto, a una discusión activa en línea en la que los participantes se incorporan en momentos diferentes y todos pueden seguir a través de los contenidos comunes que se van incorporando a tal discusión; opinan y aportan conocimientos al debate.

- Manejo de información y recursos
 - Transferencia de ficheros (FTP): es el protocolo de transporte de datos más confiable en internet y permite la transferencia de ideas entre dos puntos remotos garantizando su envío y recepción.
 - Telnet: es un protocolo que permite la comunicación entre dos usuarios a través de la red, que a su vez permite el acceso y gestión de las mismas.
 - Páginas web: forman parte de un universo informático, world wide web, donde se puede tener alcance a casi cualquier tipo de información de forma inmediata y remota.

- Comunicación síncrona
 - Charlas: a través de la red dos o más personas pueden interconectarse y compartir su aprendizaje en tiempo real.
 - Videoconferencias: mediante la audioconferencia o videoconferencia, un especialista en un tema puede pronunciar una conferencia que puede ser escuchada y vista por un grupo de interlocutores, situados en diferentes lugares. A través de ella se consigue una mejor aproximación a la enseñanza presencial dentro del aula; sustituye este espacio físico por el aula virtual de la que forman parte todos los participantes en la videoconferencia.

1.4.3. Las TIC como herramienta didáctica

“Se afirma que para el constructivismo el conocimiento no es fijo ni objetivo, sino más bien es una realidad relativa y cambiante. Por lo tanto,

debido a que actualmente la sociedad es considerada como una sociedad de la información es necesario crear modelos mentales que puedan ser acomodados a nuevas situaciones. Es por eso que las escuelas o centros de educación no pueden quedar ajenas a los cambios de la sociedad, sino que deben acoplarse a estos, ya que ambos deben moverse de forma paralela”.⁷

Actualmente, la sociedad contemporánea adquiere gran parte de la información a través de plataformas virtuales, las llamadas tecnologías de la información y comunicación (TIC) las cuales forman parte de la vida cotidiana de los sujetos, por lo cual se debe representar un cambio en el esquema tradicional del aula. Por lo que los docentes deben aprovechar estos cambios para reforzar el aprendizaje de una manera que sea más atractiva para las nuevas generaciones. Hoy en día los estudiantes tienen acceso a información ilimitada a su alcance en cualquier momento y ellos mismos tienen la posibilidad de dirigir su propio aprendizaje de acuerdo a los temas de su interés.

Desde la introducción de las tecnologías de información y comunicación (TIC), su incorporación a la educación y a las inversiones financieras que ello conlleva ha sido un área de interés dentro de la política educativa de muchos países. Las numerosas iniciativas emprendidas para otorgar a las TIC un lugar en la educación han ido acompañadas por la necesidad de monitorear el progreso alcanzado recurriendo a indicadores confiables y válidos.

Las TIC pueden contribuir al fortalecimiento y la gestión de la planificación educativa democrática y transparente. Las tecnologías de la comunicación pueden ampliar el acceso al aprendizaje, mejorar la calidad y garantizar la integración. Donde los recursos son escasos, la utilización prudente de materiales de fuente abierta por medio de las TIC puede contribuir a superar los

⁷ J.M., Sancho. *Tecnologías para transformar la educación*. p. 136.

atascos que genera la tarea de producir, distribuir y actualizar los manuales escolares.

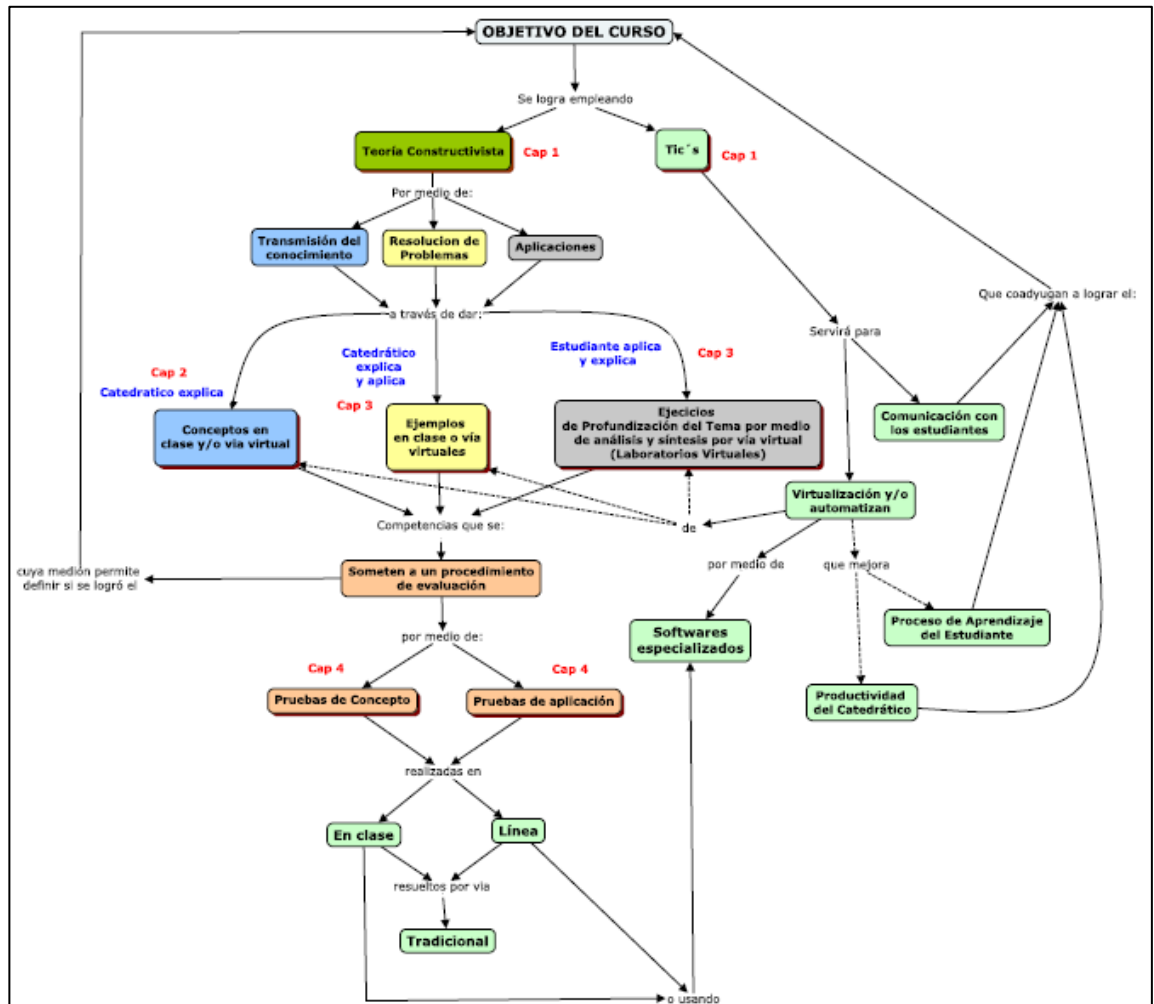
Las personas encargadas de formular las políticas educativas han llegado a la conclusión de que la difusión y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las escuelas ofrecen una oportunidad significativa. Les interesa la perspectiva de que las TIC pueden mejorar el rendimiento académico de los alumnos, ampliar el acceso a la escolaridad, aumentar la eficiencia y reducir los costos, preparar a los estudiantes para el aprendizaje a lo largo de toda la vida y capacitarlos para incorporarse a una fuerza de trabajo que compite a escala mundial.

Aunque en la mayoría de los países del mundo la enseñanza superior ha adoptado las TIC, los demás niveles de la educación se han quedado retrasados. La utilización de las TIC para ampliar el acceso, lograr una enseñanza más integradora, mejorar la pedagogía y aumentar tanto el número de docentes como su capacidad, sigue siendo dispersa y de carácter experimental. Las TIC deberían llegar a personas de todas las edades, todos grupos lingüísticos y culturales, y en todas las circunstancias.

1.4.4. TIC y el modelo constructivista a implementar

A continuación, se muestra el modelo constructivista desarrollado por la escuela de mecánica eléctrica de la facultad de ingeniería, que será implementado y bajo el cual se rigen las unidades consecuentes del presente trabajo.

Figura 1. TIC y el modelo constructivista en la educación



Fuente: elaboración propia.

2. TEOREMAS, DEMOSTRACIONES Y CONCEPTOS

2.1. Conceptos de corriente alterna

Previo al análisis de la corriente alterna es necesario definir los siguientes conceptos.

2.1.1. Corriente directa

- Objetivo
 - Comprender como se produce la corriente eléctrica en DC
 - Determinar el sentido correcto en el cual fluye la corriente
- Concepto

La corriente directa o corriente continua se puede definir en su forma más completa como la cantidad de carga eléctrica que fluye desde un punto hacia otro atravesando un área definida en una sola dirección en un tiempo determinado; es decir, la corriente eléctrica posee una magnitud y una dirección, vectorialmente se define como:

$$I = \int A^{\rightarrow} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

- J: es la densidad de corriente (A/m^2)

- A: es la superficie por la cual recorren las cargas (m^2)

La corriente eléctrica promedio se puede definir como la cantidad de carga que atraviesa una sección transversal de un conductor en un intervalo de tiempo dado. Debe tomar en cuenta que esta expresión no define un sentido o una dirección de la corriente. Matemáticamente se define como:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad [\text{Ec. 2}]$$

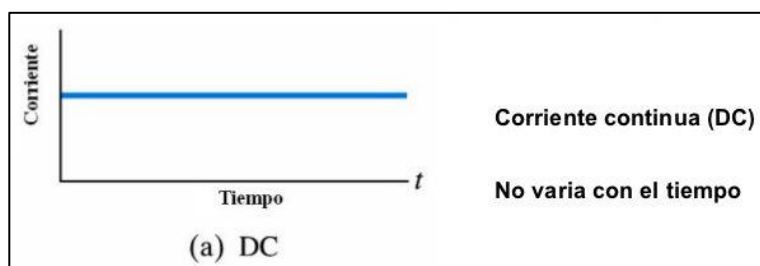
Donde:

- ΔQ : cantidad de carga que atraviesa una sección transversal de un conductor.
- Δt : tiempo que tarda.

Cuando el intervalo de tiempo se vuelve muy cercano a cero se dice que es una corriente instantánea.

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad [\text{Ec. 3}]$$

Figura 2. **Corriente continua**



Fuente: Tools. *Blog de educación*. www.electrontools.com. Consulta: 3 de mayo de 2019.

- Aplicación

La corriente DC es usualmente utilizada en electrónica digital, en aplicaciones de régimen de estado permanente y sistemas eléctricos de automóviles y motocicletas.

En el análisis de circuitos, por regla general, la dirección de la corriente se tomará como positiva siempre al contrario de la dirección del movimiento de las cargas negativas.

- Conclusión

La corriente eléctrica se produce como consecuencia del movimiento de cargas eléctricas; es decir, puede ser un movimiento de electrones (carga negativa) o bien un movimiento de protones (carga positiva).

La corriente directa o corriente continua representa un flujo constante de carga eléctrica que viaja en un solo sentido a lo largo de un conductor y su intensidad o magnitud no varía de polaridad en el tiempo.

2.1.2. Corriente, voltaje y resistencia

- Objetivo

- Aprender los conceptos sobre voltaje y resistencia
- Entender la relación entre corriente, voltaje y resistencia
- Definir la ley de Ohm

- Concepto

Se describe a continuación.

2.1.2.1. Voltaje

El voltaje es el trabajo necesario para empujar una carga eléctrica desde un punto hacia otro a través de un elemento. La unidad para voltaje en el sistema internacional es el voltio (V).

$$V = \frac{W}{q} \quad [\text{Ec. 4}]$$

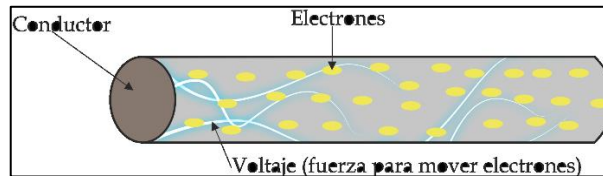
Donde:

- W: trabajo en joules (J)
- Q: carga eléctrica en coulombs (C)

Para crear la energía utilizada por el voltaje es necesario un campo eléctrico y esta se produce al existir una diferencia de potencial en los puntos donde se crea el voltaje.

El voltaje se relaciona a la corriente bajo el postulado en que el voltaje es la fuerza que provoca el movimiento a las cargas y les impulsa provocando así el flujo de cargas en el tiempo. Al conjunto de cargas que son empujadas por la energía producida por el voltaje se le llama corriente.

Figura 3. **Voltaje**



Fuente: EspacioHonduras. *Cambiando el futuro con educación gratuita y creación de empleos.*
www.espaciohonduras.org. Consulta: 3 de mayo de 2019.

2.1.2.2. Resistencia

Atómicamente, el flujo de carga experimenta una fuerza de oposición a su movimiento; a esta oposición se le llama resistencia eléctrica del material y es debida a las colisiones entre electrones en el material que convierte la energía eléctrica en otra forma de energía, como el calor, por ejemplo.

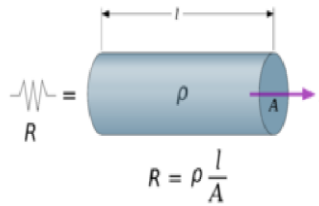
La unidad de medición en el sistema internacional para la resistencia es el ohm (Ω). Matemáticamente, la resistencia del material se define como:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad [\text{Ec. 5}]$$

Donde:

- ρ : resistividad del material (Ωm)
- l : longitud (m)
- A : área (m^2)

Figura 4. Resistencia



Fuente: EspacioHonduras. *Cambiando el futuro con educación gratuita y creación de empleos.*
www.espaciahonduras.org. Consulta: 3 de mayo de 2019.

2.1.2.3. Ley de Ohm

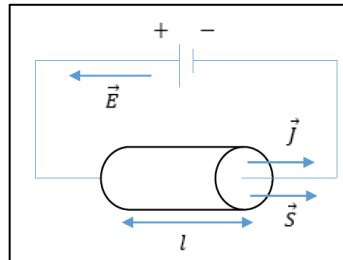
Esta ley establece la relación constante que existe entre la densidad de corriente y el campo eléctrico en un circuito puramente resistivo.

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \quad [\text{Ec. 6}]$$

Donde:

- \vec{j} : densidad de corriente
- σ : conductividad del material
- \vec{E} : campo eléctrico

Figura 5. **Ley de ohm**



Fuente: Usac. *Biblioteca Central*. www.biblioteca.usac.edu.gt. Consulta: 3 de mayo de 2019.

También, establece que existe un flujo de carga eléctrica que atraviesa una cierta superficie; es decir, una sección transversal de un material, que es inversamente proporcional a la resistividad que muestra un indicio de cuán difícil es que las cargas fluyan a través del material; la intensidad de campo eléctrico es la encargada de proveer la fuerza necesaria para que el flujo eléctrico pueda atravesar el material resistivo.

En otras palabras, se podría decir que la causa por la cual se produce un movimiento de electrones es la intensidad de campo eléctrico (voltaje), el efecto es el movimiento de electrones (corriente) y la oposición es la resistividad del material (resistencia).

Al convertir la anterior expresión en una ecuación escalar queda como se muestra a continuación:

$$V = I * R \quad \text{[Ec. 7]}$$

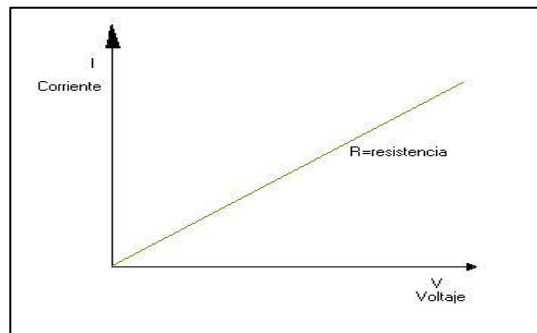
La relación que existe entre corriente y voltaje es completamente lineal, a esta relación se le conoce como resistencia; en otras palabras, la resistencia es la pendiente que existe entre la relación de voltaje y corriente.

2.1.2.4. Efecto Joule

Cuando circula corriente por un conductor, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido al choque que sufren los electrones con las moléculas del conductor por el que circulan elevando la temperatura del mismo. Este fenómeno se expresa en términos de energía mediante la siguiente expresión:

$$E = I^2 R \quad [\text{Ec. 8}]$$

Figura 6. Relación corriente, voltaje y resistencia



Fuente: elaboración propia.

- Aplicación: es una de las herramientas básicas en el cálculo de esquemas de control y potencia eléctrica, análisis de flujos de corriente y fallas en los sistemas eléctricos. Además, es la base para muchos otros postulados que benefician el análisis de sistemas eléctricos.
- Conclusión: la corriente eléctrica es el flujo de electrones provocado por una fuerza electromotriz a la que llamamos voltaje; además, la corriente a su vez se ve afectada por una oposición al flujo que llamamos

resistencia. Mediante la ley de ohm se puede encontrar la relación entre las tres variables que afirma que la corriente es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia.

2.1.3. Corriente alterna

- Objetivo
 - Comprender el concepto de corriente alterna.
 - Conocer las características básicas de las señales variantes en el tiempo.
 - Diferenciar la corriente alterna de la directa.

- Concepto

Se denomina corriente alterna a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda sinusoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de onda periódicas, tales como la triangular o la cuadrada.

2.1.3.1. Ley de Faraday

La generación de la onda sinusoidal se basa en el principio de inducción de Faraday que establece que la variación con respecto al tiempo del flujo magnético que atraviesa un conductor; provoca una fuerza contra electromotriz que se opone a la fuerza electromotriz que la genera; provoca así inducción entre dos conductores a través de la interacción de flujos magnéticos.

$$\varepsilon = -N \frac{d(\Phi_B)}{dt} \quad [\text{Ec. 9}]$$

Donde:

- Φ_B : flujo magnético
- ε : fuerza contra electromotriz

El enunciado de Faraday se complementa con el enunciado de Amper, que según su postulado enuncia que la circulación de un campo magnético a lo largo de una línea cerrada es igual al producto entre la permeabilidad del espacio libre y la intensidad neta que atraviesa el área limitada por la trayectoria, representada por la siguiente expresión:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_T \quad [\text{Ec. 10}]$$

2.1.3.2. Señales variantes en el tiempo

Existen dos grupos de señales variantes en el tiempo: las señales de tipo periódicas y las no periódicas.

- Señales no periódicas: son las señales en las que su amplitud varía según el transcurrir en el tiempo, pero su variación es indefinida; es decir, no se puede predecir, estas señales existen en nuestro medio, pero no se analizan porque no se obtiene un beneficio de ello.
- Señales periódicas: son las señales en las que su amplitud varía según el transcurrir en el tiempo, el hecho de que sea periódica implica que cierta variación en su amplitud se repite en ciertos periodos de tiempo; se

puede, de esta manera, predecir su comportamiento en cualquier tiempo. Estas señales si son objeto de estudio ya que su variación periódica permite transmitir información, recibir información, entre otros.

- Periodo: el periodo de una señal representa el tiempo que le toma a esa señal volver a repetir ciertos intervalos de variación en amplitud de la señal.

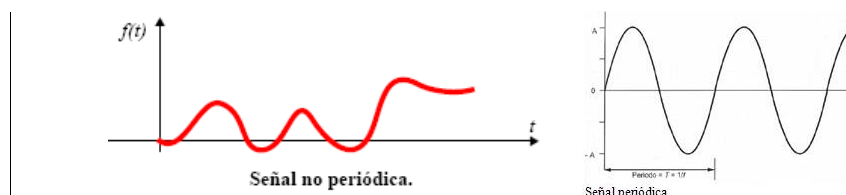
$$T = \text{tiempo que dura un ciclo} \quad [\text{Ec. 11}]$$

- Frecuencia: número de ciclos contenidos en un segundo. La relación entre frecuencia y ciclos o frecuencia y periodo se establece como:

$$f = \frac{1}{T} \quad [\text{Ec. 10}]$$

La frecuencia usualmente se abrevia utilizando la letra f y en el sistema internacional la dimensional es s^{-1} ó Hz (Hertz). Las frecuencias de distribución más comunes son 50 Hz y 60 Hz. En el territorio americano la frecuencia que predomina es la de 60 Hz.

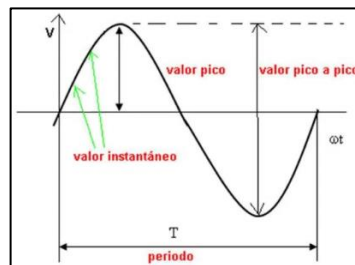
Figura 7. **Señal periódica y no periódica**



Fuente: YouTube. *Cálculo integral*. www.ingenieriaelectronica.org. consulta: 3 de mayo de 2019.

- Valor instantáneo: magnitud del valor de una forma de onda en un tiempo instantáneo cualquiera.
- Valor pico: valor máximo adquirido por una forma de onda dentro de cualquier rango de tiempo, medido desde el valor de referencia; puede ser positivo o negativo.
- Valor pico-pico: voltaje completo desde el pico más bajo hasta el pico más alto, es decir, la suma absoluta del valor pico negativo y el valor pico positivo de una forma de onda.

Figura 8. **Periodo y valores instantáneo, pico y pico-pico**



Fuente: YouTube. *Cálculo integral*. www.ingenieriaelectronica.org. consulta: 3 de mayo de 2019.

- Aplicación

La señal sinusoidal en AC es utilizada diariamente por todas las personas que utilizan un electrodoméstico o dispositivos electrónicos digitales.

- Conclusión

La señal AC es aquella que repite su ciclo después de cierto tiempo y además cambia su polaridad 1 vez en cada ciclo. El periodo, la frecuencia, el valor pico y pico-pico son características importantes que toda señal en AC debe poseer.

2.1.4. Impedancia y fasores

- Objetivo
 - Comprender el concepto de impedancia.
 - Comprender el efecto de la impedancia sobre las señales de V e I.
 - Determinar lo que representa un fasor en el análisis de circuitos de corriente alterna.
- Concepto

Se describe a continuación.

2.1.4.1. Impedancia

La impedancia es una magnitud física que se caracteriza por modificar la amplitud de la corriente que fluye a través de un circuito eléctrico; además, esta produce un cambio de fase entre la corriente y el voltaje y varía entre 0 y 180 grados. La impedancia se crea al combinar una parte resistiva y una parte reactiva.

La impedancia se representa por medio de la letra Z y su magnitud se mide en ohms Ω , la resistencia representa su componente en el plano real y la reactancia representa su componente en el plano complejo.

La magnitud de la impedancia está dada por la siguiente ecuación:

$$Z = \sqrt{R^2 + j(X_L - X_C)^2} \quad [\text{Ec. 12}]$$

2.1.4.2. Resistencia

Para su comprensión estudiar la sección 2.1.3 que define y ejemplifica el concepto y aplicación de la resistencia eléctrica.

2.1.4.3. Reactancia

Magnitud física que se caracteriza por modificar la amplitud de la corriente que fluye a través de él y producir un cambio de fase de 90° entre la corriente y el voltaje, este efecto es producido por capacitores e inductores. Matemáticamente, la reactancia en general se representa con la letra X y se mide en ohms (Ω).

2.1.4.3.1. Reactancia capacitiva

Es la oposición que presenta el capacitor al paso de la corriente AC y va variando en función de la frecuencia según la siguiente ecuación:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} \quad [\text{Ec. 13}]$$

Donde X_c es la reactancia capacitiva, f es la frecuencia y C es la capacitancia. Cabe destacar que los elementos capacitivos tienen la propiedad de almacenar la energía en forma de campos eléctricos. Se utiliza el signo negativo para una reactancia capacitiva por su propiedad de aportar potencia reactiva a causa del adelanto que sufre la corriente respecto al voltaje, debido al efecto capacitivo.

2.1.4.3.2. Reactancia inductiva

La reactancia inductiva es la oposición que presenta el inductor al paso de la corriente AC, esta reactancia varía en función de la frecuencia según la siguiente ecuación:

$$X_L = 2\pi fL \quad [\text{Ec. 14}]$$

Donde X_L es la reactancia capacitiva, f es la frecuencia y L es la inductancia. Cabe destacar que los elementos inductivos tienen la propiedad de almacenar la energía en forma de campos magnéticos. Se utiliza el signo positivo para una reactancia inductiva por su propiedad de consumir potencia reactiva a causa del atraso que sufre la corriente respecto al voltaje, debido al efecto inductivo.

2.1.4.4. Fasores

Matemáticamente es un vector radial en rotación; este vector radial, que tiene magnitud constante con uno de sus extremos fijo en el centro del plano complejo, se denomina fasor cuando se aplica a circuitos eléctricos en AC.

Eléctricamente un fasor es la representación matemática de la corriente y voltaje producido por una reactancia inductiva o capacitiva; representa mediante un vector rotatorio los valores efectivos que se dan en la oscilación sinusoidal.

Para convertir una señal escrita en forma sinusoidal se tiene que:

$$v = V \sin(\omega t + \theta) = V \angle \theta \quad [\text{Ec. 15}]$$

Por lo que, en forma general, los voltajes y corrientes se escribirán en forma polar como se muestra a continuación:

$$V = V \angle \theta \quad [\text{Ec. 16}]$$

$$I = I \angle \theta \quad [\text{Ec. 17}]$$

Donde V e I son los voltajes y corrientes efectivos y theta es el ángulo de fase.

- Aplicación

La impedancia se utiliza usualmente para determinar la potencia aparente consumida por un dispositivo o un arreglo de elementos en un circuito eléctrico cualquiera. Cuando se hace uso de las magnitudes de impedancia, voltaje, corriente, entre otros. No es necesario expresar su forma trigonométrica, razón por la cual el método de fasores tiene una gran importancia y utilización en la industria por nombrar una señal AC.

- Conclusión
 - Impedancia es la magnitud y fase de la oposición que presentan ciertas combinaciones de dispositivos a la corriente alterna.
 - La impedancia produce un desfase entre las señales de voltaje y corriente que fluyen a través del mismo circuito eléctrico.
 - El fasor es la representación matemática de los vectores V , I y Z , y facilita el cálculo y manipuleo algebraico de V , I y Z .
 - La onda que se toma como referencia para la forma fasorial es la sinusoidal y las señales a operar deben tener las mismas frecuencias de oscilación.

2.1.5. Potencia en AC y factor de potencia

- Objetivo
 - Comprender los conceptos de potencia real, reactiva y aparente.
 - Entender la relación del factor de potencia en el triángulo de potencias.
- Concepto

Se describe a continuación.

2.1.5.1. Potencia real

La potencia en AC es conocida muchas veces como potencia real, ya que solo muestra la potencia disipada en los elementos resistivos y no en los dispositivos reactivos. Usualmente se toma en consideración que no existe un desfase entre el voltaje y la corriente cuando la red es ideal y no tiene elementos reactivos.

Al momento de realizar un análisis es mucho más fácil solo tomar los valores picos y no la variación en el tiempo; por lo tanto, a continuación, se expresa la potencia activa en términos de valores pico y valores eficaces.

$$P = \frac{V_m I_m}{2} (\cos\theta) = V_{RMS} I_{RMS} (\cos\theta) \quad [\text{Ec. 18}]$$

2.1.5.2. Potencia reactiva

La potencia reactiva es la potencia que se disipa en forma de campos electromagnéticos, por la existencia de dispositivos reactivos inductivos y reactivos capacitivos; en consecuencia, cada uno produce un desfase de ± 90 grados en la corriente.

Al momento de realizar un análisis es mucho más fácil solo tomar los valores picos y no la variación en el tiempo; por lo tanto, a continuación, se expresa la potencia activa en términos de valores pico y valores eficaces.

$$Q = \frac{V_m I_m}{2} (\sin\theta) = V_{RMS} I_{RMS} (\sin\theta) \quad [\text{Ec. 19}]$$

2.1.5.3. Potencia aparente

La potencia aparente es la suma algebraica de la potencia activa o real y la potencia reactiva. Puede ser representada con la siguiente expresión:

$$S = \frac{V_m I_m}{2} = V_{RMS} I_{RMS} \quad (20)$$

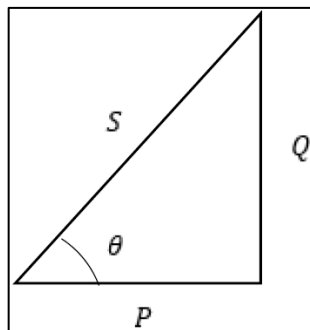
2.1.5.4. Triángulo de potencias

El triángulo de potencia es la representación gráfica de la potencia aparente y establece que:

$$S = P + Q = \frac{V_m I_m}{2} (\cos\theta) + \frac{V_m I_m}{2} (\sin\theta) \quad [\text{Ec. 21}]$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{P}{Q} \quad [\text{Ec. 22}]$$

Figura 9. Triángulo de potencia



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.5. Factor de potencia

El factor que tiene control importante sobre el nivel de potencia entregado en una red AC es el $\cos \theta$.

Sin importar cuán grande sea la corriente o el voltaje, cuando $\cos\theta=0$, la potencia es cero; si $\cos\theta=1$, la potencia entregada es un máximo.

Debido al control que posee este factor dentro de la potencia promedio, la expresión recibe el nombre de factor de potencia.

$$Fp = \cos\theta = \frac{P}{S} \quad [\text{Ec. 23}]$$

En el caso de una carga puramente resistiva, el ángulo de fase entre v e i es nulo; en consecuencia, el resultado de $\cos(0)=1$, por lo que se dice que la potencia entregada es un máximo.

Para una carga puramente reactiva inductiva o reactiva capacitiva, el ángulo de fase entre v e i es de 90 grados y, por tanto, el $\cos(90)=0$, por lo que se dice que la potencia entregada es un mínimo, aun cuando la corriente tenga el mismo valor pico que el que tiene la red resistiva.

En el caso en el que el circuito sea una combinación entre elementos resistivos y reactivos el factor de potencia variará entre los valores de 0 y 1. Mientras más resistiva sea la impedancia total, más cercano a 1 será el factor de potencia y viceversa.

En muchos casos se considera como ideal que el factor de potencia sea igual o mayor a 0,95, ya que si es menor de este valor se considera que no se

aprovecha la energía y en algunos casos el desperdicio de esta energía genera cobros como penalización por desperdicio de energía.

- Aplicación

La potencia real es la potencia que se utiliza para calcular el cobro en la factura del servicio de energía eléctrica por concepto de potencia máxima y potencia contratada.

La potencia reactiva no tiene una aplicación efectiva dentro de los análisis de sistemas de potencia; en muchas ocasiones se trata de reducir este fenómeno al máximo para poder aprovechar de mejor manera la potencia otorgada por la fuente.

La potencia aparente se usa para determinar la capacidad que puede tener un generador, un motor o una planta eléctrica.

El factor de potencia ayuda a determinar cuánto de la potencia aparente es aprovechada realmente en los dispositivos resistivos que están conectados a la red eléctrica de AC.

- Conclusión

- La potencia real o potencia activa, es la potencia que realmente realiza un trabajo efectivo.
- La potencia reactiva es energía disipada en forma de campos eléctricos y magnéticos en los elementos reactivos y no es aprovechada efectivamente por los sistemas eléctricos.

- La potencia aparente es la potencia total suministrada por la fuente y está constituida por la suma de la potencia real y la potencia reactiva.
- Es ideal que el factor de potencia sea igual o mayor a 0,95, ya que si es menor de este valor se considera que se desperdicia energía y en algunos casos el desperdicio de esta energía genera cobros como penalización por desperdicio de energía.

2.1.6. Sistemas trifásicos y generadores síncronos

- Objetivo
 - Comprender el concepto de sistema trifásico y diferenciarlo del sistema monofásico.
 - Aprender cómo funciona un generador a través del principio de inducción.
 - Entender cómo se generan las ondas trifásicas.
- Concepto

En el sistema eléctrico de potencia, el sistema trifásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud desfasadas entre sí 120° ; es decir, el inicio de su ciclo está desfasado 120° eléctricos con respecto a los otros, y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de

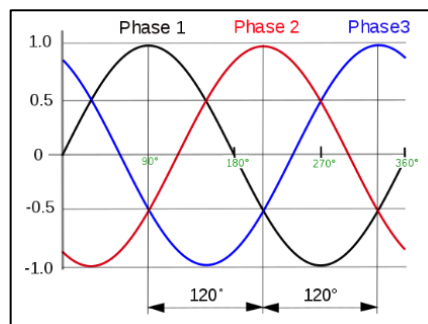
fase, teniendo así la fase A, B & C; aunque algunos otros sistemas prefieren usar la nomenclatura de fases R, S & T.

Con la aparición de factores tales como aumento del consumo de potencia, la necesidad de mantener un flujo de potencia constante y además reducir el costo ante la necesidad de expansión del sistema, fue necesario cambiar de un sistema monofásico (1 fase), a un sistema trifásico (3 fases).

El sistema trifásico a diferencia del monofásico permite ofrecer una potencia mucho mayor para el uso de las cargas resistivas, inductivas y capacitivas, lo cual permite la implementación de motores y generadores de mayor robustez.

Además, el sistema trifásico permite que el conductor pueda ser reducido a un 75 % del tamaño que se necesitaría para un sistema monofásico con una misma potencia en VA; reduce así los costos y haciendo justificable el hecho de implementar un nuevo sistema con 3 conductores.

Figura 10. **Sistema trifásico**

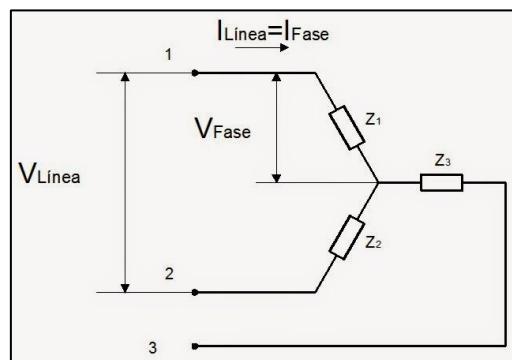


Fuente: YouTube. *Cálculo integral*. www.ingenieriaelectronica.org. consulta: 3 de mayo de 2019.

Conceptos relacionados a sistemas trifásicos:

- Líneas de fase: la expresión se utiliza para referirse a los 3 conductores que forman el tendido trifásico.
- Tensión de línea: hace referencia a la tensión que existe entre 2 fases, ver figura 11.
- Tensión de fase: se refiere a la tensión que hay entre una fase y neutro o bien entre una fase y tierra, ver figura 11.

Figura 11. **Tensiones de fase y de línea**

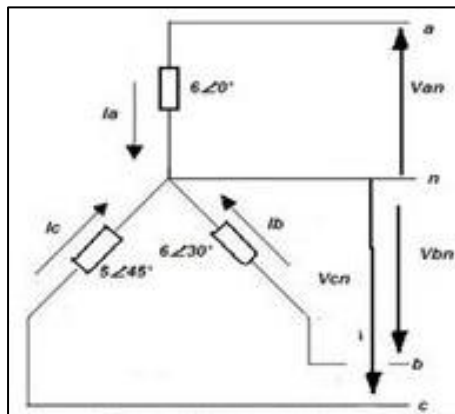


Fuente: YouTube. *Cálculo integral*. www.ingenieriaelectronica.org. consulta: 3 de mayo de 2019.

- Tensión trifásica: denota la tensión de línea.
- Sistema trifásico desbalanceado: el termino indica que no existe exactamente 120° de desfase entre una fase y otra lo cual puede provocar sobrecargas en una fase o bien flujos de corrientes por el conductor de neutro. También, se refiere a un sistema cuyas cargas son

diferentes en cada fase por lo cual provoca un desbalance del sistema, ver figura 12.

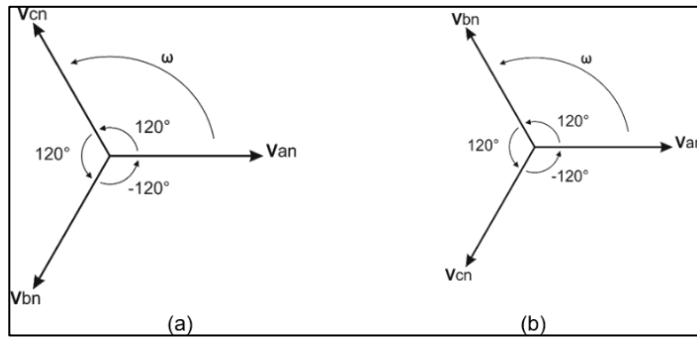
Figura 12. **Sistema trifásico desbalanceado**



Fuente: YouTube. *Cálculo integral*. www.ingenieriaelectronica.org. consulta: 3 de mayo de 2019.

- Secuencia de fases: se utiliza para indicar el orden en el que están colocadas las fases.
 - Secuencia positiva: se dice que la secuencia es positiva cuando el orden de las fases es ABC, ver figura 13 (a).
 - Secuencia negativa: se dice que la secuencia es negativa cuando el orden de las fases es ACB, ver figura 13 (b).

Figura 13. **Secuencia de fases**

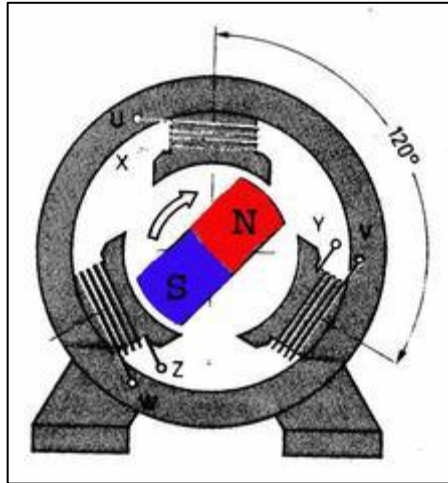


Fuente: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. *Sistema de encuestas*.
www.gemini.udistrital.edu.com. Consulta: 3 de mayo de 2019.

2.1.6.1. **Generadores síncronos**

El principio de funcionamiento de un generador se basa en la ley de Faraday expuesta en el apartado 2.1.3.1. Los generadores trifásicos difieren de los generadores monofásicos en la cantidad de bobinas que posee su estator. En la figura 14, se observa la disposición de las bobinas dentro del estator, cuyo desfase entre si equivale a 120° grados.

Figura 14. **Generador trifásico**



Fuente: Sabelotodo. *Ser cultos para ser libres*. www.sabelotodo.org. Consulta: 3 de mayo de 2019.

Para el caso de un generador síncrono, el rotor se encuentra alimentado con corriente directa, lo cual permite excitar el embobinado y producir un flujo magnético circulando en la bobina del rotor. Sin embargo, para completar el ciclo de inducción es necesario que el campo magnético en la bobina se encuentre variando respecto al tiempo; por lo cual los generadores necesitan un elemento externo que le proporcione la energía mecánica suficiente para hacer girar su rotor, y así producir un campo variante en el tiempo, dicho elemento suele llamarse primotor.

Al encontrarse las bobinas del estator del generador expuestas a un campo variante en el tiempo y bajo el principio de inducción de Faraday de producirá una fuerza electromotriz en las bobinas; se completa así el ciclo de inducción, y da como resultado 3 ondas sinusoidales desfasadas entre sí 120 grados.

El generador síncrono recibe su nombre a causa de la sincronía que existe entre la velocidad de rotación del campo de las bobinas del estator en relación a la bobina del rotor. Ambos campos giran a una misma velocidad siendo esta la velocidad de sincronismo, cuyo valor está determinado por la frecuencia eléctrica a la que trabaja el sistema y a la cantidad de polos magnéticos que tiene el rotor cuya expresión matemática se observa continuamente:

$$\eta = \frac{60 * f}{P} \quad [\text{Ec. 24}]$$

Donde:

- η : velocidad de sincronismo
- f : frecuencia
- P : pares de polos

Continuamente, se ampliará el concepto de generación y los tipos de centrales de generación más frecuentes.

- Aplicación

Los sistemas trifásicos son ampliamente utilizados en la industria, aplicados al principio de funcionamiento de las máquinas rotativas como los son los generadores y los motores.

- Conclusión
 - Consta de 3 fases, separadas una de la otra, 120 grados eléctricos.

- El sistema trifásico añade un cable al circuito, pero justifica su uso con la reducción del calibre del conductor, disminuyendo así los costos de implementación.
- Un sistema trifásico frente a un sistema monofásico permite la utilización de motores y generadores más robustos, puesto que permite una mayor capacidad de KVA.

2.1.7. Conexión estrella y delta

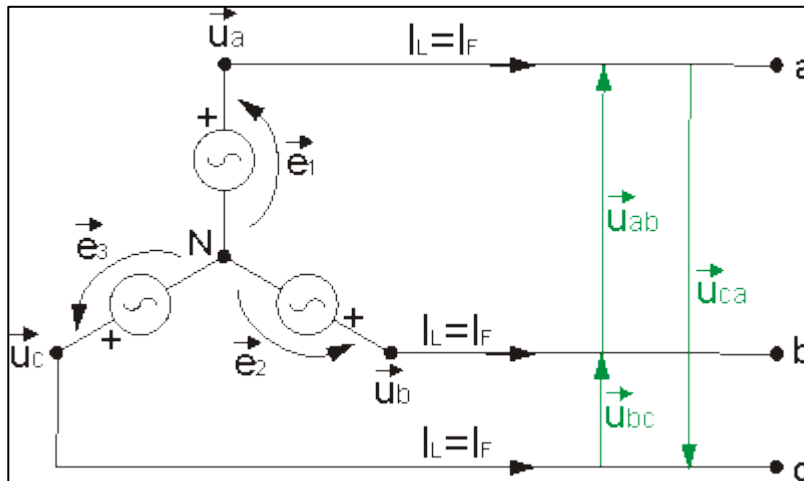
- Objetivo
 - Conocer cómo realizar un conexionado en estrella y delta.
 - Aprender la diferencia entre un circuito en estrella y uno en delta.
 - Entender cómo realizar las transformaciones delta a estrella y viceversa.
- Concepto

Se describe a continuación.

2.1.7.1. Conexión estrella

Se refiere a una conexión en estrella cuando los devanados de fase de un generador, motor, carga, entre otros, se conectan de modo que los finales de los devanados se unan en un punto común, y el lado contrario de estos sean conectados a los conductores de la línea. Este tipo de conexión se designa con el símbolo Y.

Figura 15. **Conexión estrella**



Fuente: Moodle. *Corriente alterna*. www.Proyectos987.es. Consulta: 19 de mayo de 2019.

En la figura 15 se observa que para una conexión estrella las relaciones entre voltajes de línea y fase quedan de la siguiente forma:

$$U_L = U_{ab} = \sqrt{3} * U_a \quad [\text{Ec. 25}]$$

En la figura 15 se observa que para una conexión estrella las relaciones entre corrientes de línea y fase quedan de la siguiente forma:

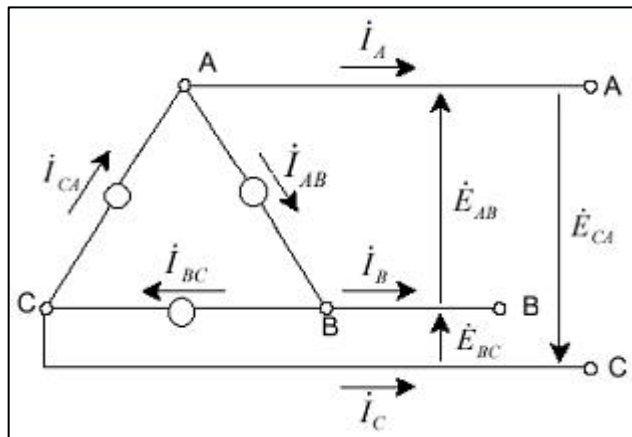
$$I_L = I_F \quad [\text{Ec. 26}]$$

2.1.7.2. **Conexión delta**

La conexión en delta es también llamada conexión en triángulo y se ejecuta de modo que el extremo final de la fase A esté unido al comienzo de la fase B, el extremo final de la fase B esté unido al comienzo de la fase C y el

extremo final de la fase C esté unido al comienzo de la fase A. Los puntos en los que se unen las fases se conectan a los conductores de la línea trifásica.

Figura 16. **Conexión delta**



Fuente: EcuRed. *Enciclopedia cubana*. www.ecuRed.com. Consulta: 19 de mayo de 2019.

En la figura 16 se observa que para una conexión delta las relaciones entre voltajes de línea y fase quedan de la siguiente forma:

$$U_L = E_{AB} = E_a \quad [\text{Ec. 27}]$$

En la figura 16 se observa que para una conexión delta las relaciones entre corrientes de línea y fase quedan de la siguiente forma:

$$I_L = I_A = \sqrt{3} * I_F = \sqrt{3} * I_{AB} \quad [\text{Ec. 28}]$$

2.1.7.3. Conversión estrella y delta

Para realizar la transformación de las cargas de una configuración estrella a una delta se debe tomar en cuenta que el resultado debe ser un equivalente ya que no pueden alterar el circuito. A partir de la figura 17, se hará la transformación del esquema en estrella a uno en delta, para su aplicación haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$R1 = \frac{RbRc}{Ra + Rb + Rc} \quad [\text{Ec. 29}]$$

$$R2 = \frac{RaRc}{Ra + Rb + Rc} \quad [\text{Ec. 30}]$$

$$R3 = \frac{RaRb}{Ra + Rb + Rc} \quad [\text{Ec. 31}]$$

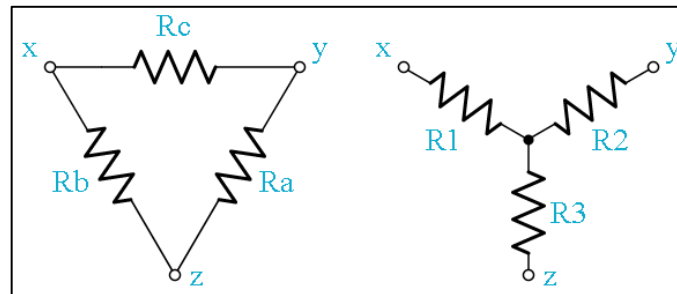
Para realizar la transformación de las cargas de una configuración delta a una estrella se debe tomar en cuenta que el resultado debe ser un equivalente ya que no puede alterar el circuito. A partir de la figura 17, se hará la transformación del esquema en delta a uno en estrella, para su aplicación se hará uso de las siguientes ecuaciones:

$$Ra = \frac{R1R2 + R2R3 + R1R3}{R1} \quad [\text{Ec. 32}]$$

$$Rb = \frac{R1R2 + R2R3 + R1R3}{R2} \quad [\text{Ec. 33}]$$

$$Rc = \frac{R1R2 + R2R3 + R1R3}{R3} \quad [\text{Ec. 34}]$$

Figura 17. Configuraciones delta y estrella



Fuente: Khan Academy. *For every student, every classroom. Real results.*
www.khanacademy.org. Consulta: 19 de mayo de 2019.

- Aplicación

Según las características que ofrece cada conexión se aplican en gran manera en máquinas rotativas como generadores y motores; además, son ampliamente utilizadas en bancos de transformadores de potencia y de instrumento para lograr llevar a cabo tareas y satisfacer necesidades específicas.

- Conclusión

- Para una conexión en estrella el voltaje de línea es raíz de tres veces mayor que el voltaje de fase, mientras las corrientes de línea y de fase son las mismas.
- Para una conexión en delta el voltaje de línea y de fase es el mismo, mientras que la corriente de línea es raíz de tres veces mayor a la corriente de fase.

2.1.8. Transformadores trifásicos

- Objetivo
 - Comprender las ventajas y desventajas que se pueden obtener del uso de transformadores trifásicos.
 - Identificar los distintos tipos de conexionado que pueden aplicarse a los bancos de transformadores trifásicos.

- Concepto

Un transformador básicamente se compone de dos arrollamientos aislados eléctricamente entre sí y devanados sobre un mismo núcleo de hierro que generalmente se les llaman bobinas. Una corriente alterna que circule por uno de los arrollamientos crea en el núcleo un campo magnético alterno. La mayor parte de este flujo atraviesa el otro arrollamiento e induce en él una fuerza electromotriz (fem) alterna. La potencia es transmitida de un arrollamiento a otro por medio del flujo magnético del núcleo.

La tensión trifásica es esencialmente un sistema de tres tensiones alternas, acopladas, ya que se producen simultáneamente las 3 en un generador, y desfasadas 120° entre sí. Entonces, un transformador trifásico consta de 3 bobinados primarios y 3 bobinados secundarios acoplados el uno del otro.

Los transformadores trifásicos resultan más pequeños y son más económicos que tres transformadores monofásicos de la misma tensión de línea y que sumen la misma potencia aparente; no obstante, cuando las

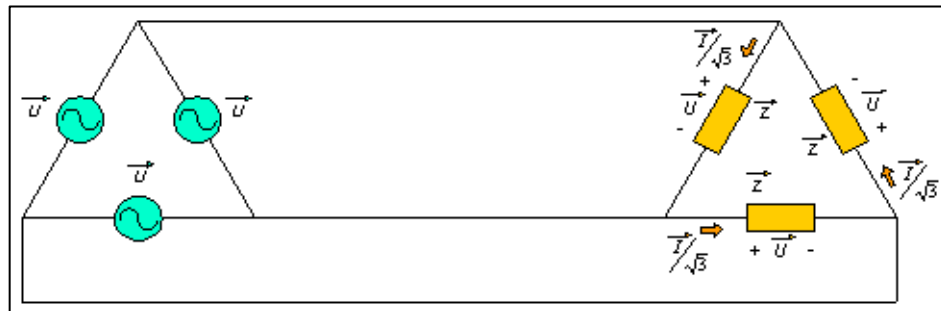
potencias son muy grandes suele ser conveniente un banco trifásico de tres transformadores monofásicos, su reparación y reemplazo es más económica que la del transformador trifásico.

Los transformadores trifásicos al poseer 3 bobinados primarios y 3 bobinados secundarios permiten diferentes tipos de conexión entre ellas. A continuación, se enunciarán las conexiones más básicas con el fin de conocer su comportamiento.

2.1.8.1. Conexión delta-delta

Conexión referida a la conexión delta en el lado de alta y conexión delta en lado de baja del transformador.

Figura 18. Conexión delta-delta



Fuente: Profesor Molina. *Tecnología de control*. www.profesormolina.com. Consulta: 19 de mayo de 2019.

Los voltajes primarios de línea y de fase son iguales:

$$V_{LP} = V_{\phi P} \quad [\text{Ec. 35}]$$

La relación para las tensiones de secundarios es la siguiente:

$$V_{LS} = V_{\phi S} \quad [\text{Ec. 36}]$$

La relación entre tensiones de línea es:

$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = a \quad [\text{Ec. 37}]$$

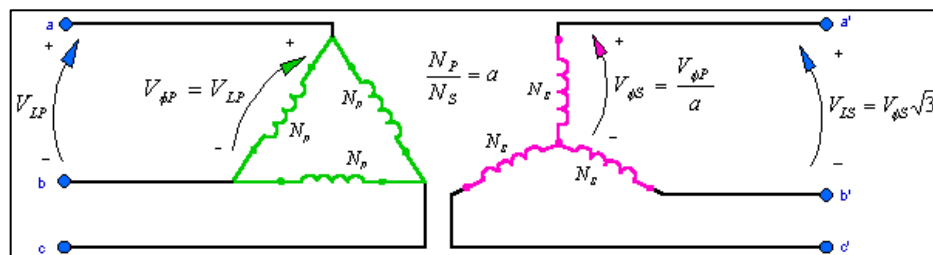
- Ventajas
 - No tiene desplazamiento de fase.
 - No tiene problemas con cargas desequilibradas o armónicas.
 - Se puede quitar un transformador para mantenimiento o reparación y queda funcionando con dos transformadores, pero como banco trifásico, cuando se habla de un banco de transformadores monofásicos, sería el 58 % de su 100 % de trabajo (delta abierta).
 - Los desequilibrios motivados por las cargas en el secundario se reparten igualmente entre las fases del primario; evita los desequilibrios de flujos magnéticos.
- Desventajas
 - Cuando las cargas están desequilibradas los voltajes en las fases del transformador pueden desequilibrarse bastante.

- Los voltajes de terceros armónicos pueden ser muy grandes.
- No dispone de salida de neutro, tanto en el primario como en el secundario, con la consiguiente limitación en su utilización.
- Cada bobinado debe soportar la tensión de red (línea-línea), con el consiguiente aumento del número de espiras.
- No se puede suministrar energía con cuatro conductores.
- Cuando opera con altas tensiones de línea, los costos de diseño de las bobinas son mayores.

2.1.8.2. Conexión delta-estrella

Conexión referida a la conexión delta en el lado de alta y conexión estrella en lado de baja del transformador.

Figura 19. Conexión delta-estrella



Fuente: Profesor Molina. *Tecnología de control*. www.profesormolina.com. Consulta: 19 de mayo de 2019.

Los voltajes primarios de línea y de fase son iguales:

$$V_{Lp} = V_{\phi p} \quad [\text{Ec. 38}]$$

Las tensiones secundarias cumplen la siguiente relación:

$$V_{LS} = \sqrt{3} * V_{\phi s} \quad [\text{Ec. 39}]$$

La relación entre tensiones de fase es:

$$\frac{V_{\phi p}}{V_{\phi s}} = a \quad [\text{Ec. 40}]$$

La relación entre los voltajes de línea es:

$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad [\text{Ec. 41}]$$

- Ventajas
 - No presenta problemas con las componentes en sus voltajes de terceros armónicos.
 - Es muy útil para elevar el voltaje a un valor muy alto.
 - Utilizando esta conexión en el lado de alta, se puede poner a tierra el neutro que permite que quede limitado el potencial sobre cualquier carga.
 - Al producirse un desequilibrio en la carga, no motiva asimetría del flujo, por producirse un reparto entre las tres columnas del

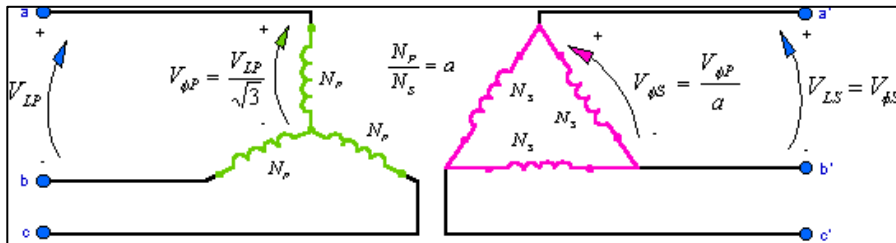
primario. Las ventajas que esta conexión presenta y los escasos inconvenientes motivan la utilización de este transformador tanto en transmisión como en distribución de energía.

- Desventajas
 - La falla de una fase deja fuera de operación al transformador.
 - No se dispone de neutro en el primario para conectarlo con la tierra. Esto no es precisamente un inconveniente, pues, por lo general, en el circuito del primario del transformador hay una toma de tierra, sea en el generador, sea en el secundario del transformador elevador de tensión.
 - El devanado en delta puede ser mecánicamente débil.
 - Debido al desplazamiento que existe en las fases entre las mitades de los enrollamientos, que están conectados en serie para formar cada fase, los enrollamientos que están en estrella interconectadas, requieren de un 15,5 % más de cobre, con el consiguiente aumento del aislamiento total.
 - El tamaño del armazón, debido a las razones expuestas anteriormente, es mayor con el aumento consiguiente del coste del transformador

2.1.8.3. Conexión estrella-delta

Conexión referida a la conexión estrella en el lado de alta y conexión delta en lado de baja del transformador.

Figura 20. **Conexión estrella-delta**



Fuente: Profesor Molina. *Tecnología de control*. www.profesormolina.com. Consulta: 19 de mayo de 2019.

Los voltajes primarios de línea y de fase cumplen la relación:

$$V_{LP} = \sqrt{3} * V_{\phi P} \quad [\text{Ec. 42}]$$

Las tensiones secundarias son iguales:

$$V_{LS} = V_{\phi S} \quad [\text{Ec. 43}]$$

La relación entre tensiones de fase es:

$$\frac{V_{\phi P}}{V_{\phi S}} = a \quad [\text{Ec. 44}]$$

La relación entre los voltajes de línea es:

$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = \sqrt{3} * a \quad [\text{Ec. 45}]$$

- Ventajas
 - Esta conexión no presenta problemas con los componentes en sus voltajes de terceros armónicos, puesto que se consume una corriente circulante en el lado de la delta (triángulo).
 - Es conveniente para los transformadores reductores de tensión, debido a las características inherentes de los enrollamientos en estrella para altas tensiones y de los enrollamientos en triángulo para las bajas tensiones.
 - No presenta problemas con los componentes en sus voltajes de terceros armónicos, puesto que se consume una corriente circulante en el lado de la delta (triángulo).
 - El neutro del primario se puede conectar con la tierra.
 - El neutro del primario se mantiene estable por el secundario en triángulo.
 - Es estable con respecto a cargas desequilibradas, debido a que la delta redistribuye cualquier desequilibrio que se presente.

- Desventajas
 - Esta conexión tiene como desventaja que el voltaje secundario se desplaza en retraso 30°.
 - Con respecto al voltaje primario del transformador, lo cual ocasiona problemas en los secundarios si se desea conectar en

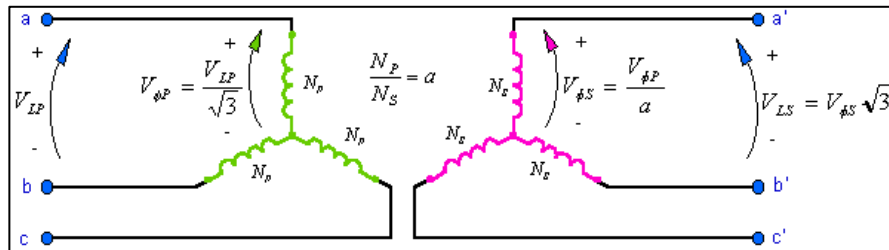
paralelo con otro transformador; es uno de los requisitos para conectar en paralelo, que los ángulos de fase de los secundarios del transformador deben ser iguales.

- No se puede disponer de un neutro en el secundario para conectar con la tierra o para una distribución de cuatro cables, a menos que se disponga de un aparato auxiliar.
- Un defecto en una fase hace que no pueda funcionar la unidad trifásica, hasta que se le repare.
- El enrollamiento en el delta puede resultar débil mecánicamente en el caso de un transformador elevador con una tensión en el secundario muy alta, o con una tensión secundaria medianamente alta y potencia pequeña

2.1.8.4. Conexión estrella-estrella

Conexión referida a la conexión estrella en el lado de alta y conexión estrella en lado de baja del transformador.

Figura 21. **Conexión estrella-estrella**



Fuente: Profesor Molina. *Tecnología de control*. www.profesormolina.com. Consulta: 19 de mayo de 2019.

Los voltajes de línea se relacionan con los de fase según:

$$V_L = \sqrt{3} * V_{\phi} \quad [\text{Ec. 46}]$$

La relación entre los voltajes de línea entre primario y secundario es:

$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = a \quad [\text{Ec. 47}]$$

- **Ventajas**
 - La posibilidad de sacar un neutro, tanto en el lado de b.t como en el de A.T, y esto le permite obtener dos tensiones (230/400 V), o bien conectarlo a tierra como medida de seguridad en cierto tipo de instalaciones.
 - Su buen funcionamiento para pequeñas potencias, ya que además de poder disponer de dos tensiones, es más económico, por aplicar una tensión a cada fase $V_L/\sqrt{3}$ y por consiguiente, disminuir

el número de espiras, aunque ha de aumentar la sección de los conductores, por circular la corriente de línea IL por cada fase.

- El aumento de sección de conductores favorece la resistencia mecánica a los esfuerzos de cortocircuito.
 - Si una fase en cualquier bobinado funciona defectuosa, las dos fases restantes pueden funcionar resultando una transformación monofásica, la carga que podría suministrar sería del 58 % de la potencia normal trifásica.
 - La construcción de los enrollamientos es más dificultosa y su coste, más elevado, especialmente cuando es para corrientes altas.
- Desventajas
 - Esta conexión es poco usada debido a las dificultades que presenta.
 - Si las cargas en el circuito del transformador no están equilibradas (es lo que comúnmente ocurre), entonces, los voltajes en las fases del transformador pueden llegar a desequilibrarse severamente.
 - Los voltajes de terceros armónicos son grandes, debido a la no linealidad del circuito magnético del hierro.
 - Los neutros negativos son muy inestables, a menos que sean sólidamente conectados a una toma a tierra.

- Las unidades trifásicas de polaridad opuesta no pueden funcionar en paralelo, a no ser que la conexión de las fases del primario o del secundario de un transformador se invierta
- Aplicación

Los transformadores trifásicos son ampliamente usados en los sistemas de potencia tanto en el área de transformación como en el área de medición. Contribuyen a generar señales que informan el estado de los elementos del sistema eléctrico y ayudan a generar reportes de calidad de energía y reportan continuamente a los sistemas de protecciones. Por sus diferentes tipos de conexión se aplican para el manejo de corrientes, voltajes y de sus componentes simétricas.

- Conclusión
 - Un transformador básicamente se compone de dos arrollamientos aislados eléctricamente entre sí y devanados sobre un mismo núcleo de hierro.
 - Para potencias bajas es más conveniente el uso de transformadores trifásicos con embobinados a un mismo núcleo.
 - Cuando las potencias son elevadas es conveniente utilizar transformadores trifásicos formados por un banco de 3 transformadores monofásicos.
 - Al contar con 3 embobinados primarios y 3 secundarios podemos realizar varios tipos de conexiones entre ellos según nuestra

necesidad lo amerite siendo los más comunes las conexiones estrella-estrella, estrella-delta, delta-estrella y delta-delta.

2.2. Esquema de un sistema eléctrico de potencia

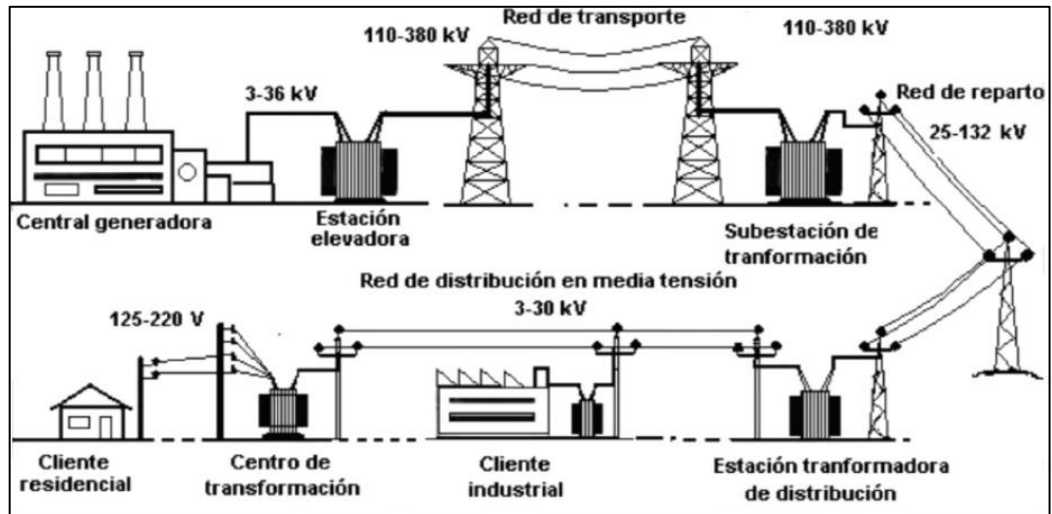
Para el análisis del sistema eléctrico de potencia es necesario definir los elementos que lo componen y la función que cada uno de ellos efectúa.

2.2.1. Elementos del sistema eléctrico de potencia

Un sistema eléctrico de potencia consta de plantas generadoras que producen la energía eléctrica consumida por las cargas, una red de transmisión y de distribución para transportar esa energía de las plantas a los puntos de consumo, así como el equipo adicional necesario para lograr que el suministro de energía se realice con las características de continuidad de servicio, regulación de tensión y control de frecuencia requeridas.

Cada uno de los elementos del sistema eléctrico de potencia trabajan en conjunto y tiene como fin generar, transformar, transmitir, distribuir y consumir la energía eléctrica de tal forma que se logre la mayor calidad al menor costo posible.

Figura 22. Sistema eléctrico de potencia



Fuente: Profesor Molina. *Tecnología de control*. www.profesormolina.com. Consulta: 19 de mayo de 2019.

2.2.2. Sistemas de generación

- Objetivo
 - Entender que es una planta generadora
 - Aprender como la energía puede ser transformada en electricidad
- Concepto

La generación es el proceso de conversión de una energía primaria, como puede ser la energía potencial del agua en un embalse, la fuerza del viento, la radiación solar, la combustión, entre otras, en energía eléctrica y se lleva a cabo en lo que conocemos como centrales de producción o generación.

La energía eléctrica se genera en las centrales eléctricas. Una central eléctrica es una instalación que utiliza una fuente de energía primaria para hacer girar una turbina que, a su vez, hace girar un alternador, que produce energía en corriente alterna sinusoidal a voltajes intermedios, entre 6 KV y 23 KV.

El principio de funcionamiento de estos generadores es básicamente el aprovechamiento de energías primarias que sean capaces de provocar que la parte rotativa del generador entre en movimiento y produzca una interacción de campos magnéticos, que provoca un fenómeno de inducción, así mismo, generación de energía eléctrica.

Algunos de los ejemplos de plantas de generación más comunes son los siguientes:

- Plantas hidráulicas
 - Plantas hidráulicas con embalse
 - Plantas hidráulicas sin embalse

- Plantas térmicas
 - Plantas térmicas a base de gas
 - Plantas térmicas a base de carbón
 - Plantas térmicas a base de combustible
 - Plantas térmicas a base de energía nuclear
 - Plantas geotérmicas

- Plantas eólicas
- Plantas solares
- Plantas mareomotrices

Posteriormente, se describirán algunas de estas centrales con más detenimiento.

- Aplicación

Los sistemas de generación están aplicados en la vida cotidiana de todas las personas siendo el punto de partida de los sistemas de potencia eléctrica. Las centrales se encuentran en todo tipo de lugares aprovechando energías primarias para su transformación en energía eléctrica; desde lugares remotos con grandes hidroeléctricas, hasta los hogares con pequeños paneles de generación solar.

- Conclusión
 - Los sistemas de generación buscan el aprovechamiento de energías primarias para su transformación en energía eléctrica.
 - Los sistemas de generación basan su funcionamiento en un maquina llamada generador que transforma la energía mecánica a energía eléctrica.
 - Las centrales de generación más comunes son las que aprovechan materia prima como el agua, aire, sol, combustible, carbón, calor y gas.

2.2.3. Sistema de transmisión

- Objetivo

Entender que es un sistema de transmisión

- Concepto

Cuando la energía ya fue modificada en una central generadora es necesario transportar le a los puntos de consumo, frecuentemente a gran distancia de su centro de producción, y para ello se implementa lo que llamamos sistema de transmisión o bien la red de transporte.

Como se había mencionado anteriormente, el sistema de transmisión se encargada de enlazar las centrales con los puntos de utilización de energía eléctrica. Para un uso racional de la electricidad es necesario que las líneas de transporte estén interconectadas entre sí por lo que la infraestructura juega un papel muy importante; es conformada por líneas, torres y subestaciones de transmisión.

El principio de funcionamiento aplicado al sistema de transmisión es la transformación de la energía eléctrica de un potencial de generación que regularmente es de media tensión, a uno en alta tensión para reducir la magnitud de la corriente que viajará por las líneas de transmisión. Las líneas suelen tener extensiones muy amplias hasta llegar al punto de consumo por lo que transportar la energía a un bajo voltaje generaría grandes pérdidas al tratarse de corrientes muy elevadas.

Por ello el sistema de transmisión es imprescindible para el correcto funcionamiento de un sistema de potencia. Los voltajes de transmisión suelen considerarse a partir de los 69 KV.

- Aplicación

Transporte de la energía obtenida en las centrales de generación hasta los puntos de distribución de los consumidores.

Elevar la tensión de generación para su transporte y reducción de pérdidas.

- Conclusión

- El sistema de transmisión es el encargado de comunicar el sistema de generación con el sistema de distribución.
- El sistema de transmisión está conformado por líneas, torres y subestaciones elevadoras.
- Para un sistema de transmisión se consideran voltajes desde los 69KV y superiores.

2.2.4. Sistema de distribución

- Objetivo

Comprender que es un sistema de distribución.

- Concepto

Una vez que se acerca a los centros de consumo, se reduce el tamaño de los tendidos y aumenta la necesidad del consumo de potencia y es por ellos que se necesita un sistema de distribución.

Básicamente, el sistema de distribución es el intermediario entre el sistema de transmisión y el usuario final que puede ser una casa, industria, centro comercial, entre otros. Se lleva a cabo un proceso de adecuación de la energía para poder ser remitida a sus puntos de consumo. Dicho proceso inicia en la recepción de la energía de la línea de transmisión, que se ha dicho anteriormente que viaja en altas tensiones.

Para adecuar la energía se hace uso de subestaciones reductoras o de distribución, que cumplen el papel de reducir la tensión de transmisión a una de distribución que regularmente son todas aquellas que manejan tensiones menores a los 69 KV; las más frecuentes son 34,5 KV y 13,8 KV.

Finalmente, el sistema de distribución cuenta con bancos de transformadores cercanos al usuario final que permiten entregar los niveles de tensión establecidos para sus sistemas domiciliarios o comerciales, con tensiones regularmente de 120, 240 o 480 VAC.

- Aplicación

Adecuación de la energía eléctrica transmitida desde las centrales generadoras para el uso cotidiano de los consumidores.

- **Conclusión**
 - El sistema de distribución es enlace entre el sistema de transmisión y el usuario final.
 - Las tensiones de distribución más comunes son 34,5 KV y 13,8 KV.
 - Al final del sistema de distribución se cuenta con bancos de transformadores capaces de entregarnos tensiones domiciliarias, comerciales e industriales como lo son 120, 240 y 480 VAC.

2.3. Centrales eléctricas

Nos referimos a centrales eléctricas a las plantas empleadas para la generación de energía eléctrica.

2.3.1. Centrales que emplean derivados del petróleo

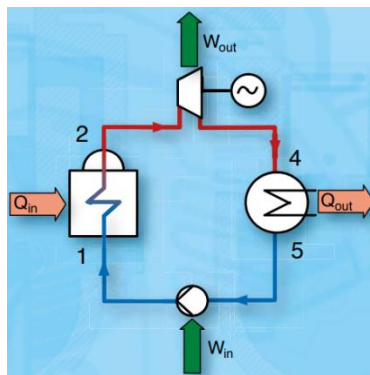
Son todas aquellas centrales que usan como materia prima el petróleo o alguno de sus derivados.

2.3.1.1. Centrales de vapor

Dentro del sistema eléctrico de potencia las centrales de vapor tienen un papel importante en el suministro de energía eléctrica. Su principio de funcionamiento está basado en el ciclo de vapor de Rankin que hasta la fecha sigue siendo uno de los ciclos industriales utilizados más importante.

Para este tipo de centrales se posee una eficiencia total aproximada de un 45 %. Por tanto, el ciclo de vapor representa un papel sumamente importante también en la formación de los ingenieros.

Figura 23. **Ciclo básico de una máquina de vapor**



Fuente: Gunt. *It's not about the device, it's the theory and didactics behind it.*

www.gunt.de. Consulta: 19 de mayo de 2018.

En la figura 23 se observa el ciclo básico de una máquina de vapor y consta de cuatro etapas distintas:

- Paso 1–2: el agua líquida bajo presión entra a la caldera donde se alimenta de calor y se evapora.
- Paso 2–4: el vapor se expande en la turbina, provocando el movimiento y generando así trabajo mecánico. El trabajo mecánico se aprovecha por el generador y lo transforma en energía eléctrica.
- Paso 4–5: el vapor expandido entra en el condensador y empieza a perder calor para regresar a su estado líquido.

- Paso 5–1: el agua se presuriza a través de una bomba de alimentación y se vuelve a suministrar a la caldera de vapor.

Como todo proceso industrial existen ventajas y desventajas en su implementación, en el caso de las centrales a vapor suelen ser muy ventajosas en el hecho con su construcción es más económica que el de otro tipo de centrales por lo que países en desarrollo o sin inversionistas optan por éste tipo de centrales.

Por el otro lado, tiene desventajas tales como sus altos tiempos de arranque, que pueden variar desde las 12 hasta las 30 horas, razón por la cual forma parte de la base del despacho energético. Además, tiene grandes dificultades cuando se trata del tema ecológico puesto que afecta negativamente a los ecosistemas fluviales, agregando que sus emisiones de gases contaminan el aire.

- Conclusión

Las centrales de vapor basan su generación a partir del uso del agua, evaporándola en calderas a altas temperaturas y usando la expansión del gas para generar energía mecánica a partir del movimiento de la turbina. Dicha energía mecánica se aprovecha para generar energía eléctrica.

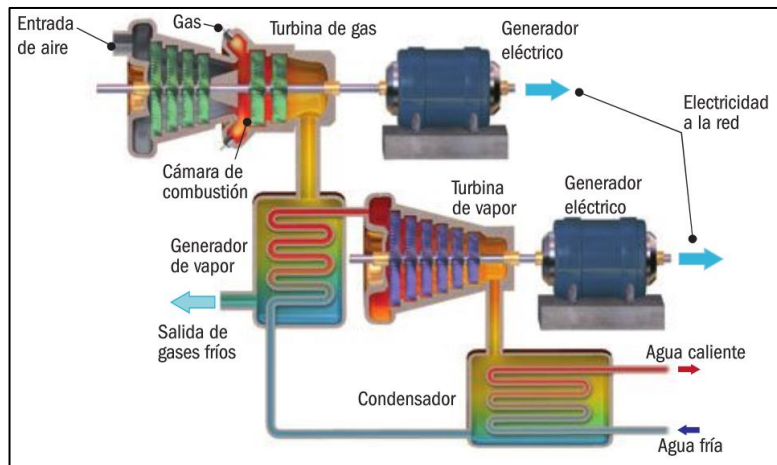
2.3.1.2. Centrales de gas

Las centrales térmicas de gas son tanto plantas de ciclo simple, que usan como combustible únicamente gas natural, como combinado, que usan el ciclo de la turbina de gas junto con una unidad de combustión de carbón o bien en su

mayoría de casos; las plantas de combustión de gas operan en un ciclo combinado usando una turbina de gas y vapor para generar electricidad.

Por su importancia se enfocará en las centrales de gas de ciclo combinado de turbina de gas y de vapor.

Figura 24. **Central térmica de ciclo combinado**



Fuente: Blogspot. *Energía térmica*. www.energiatermicagrupo13.blogspot.com. Consulta: 25 de mayo de 2019.

Como se observa en la figura 24, parte de la energía eléctrica es producida por una turbina de gas directamente conectada a un alternador. Como los gases de escape salen de la turbina a temperaturas muy altas, la energía que se perdería se recupera a través de un generador de vapor por recuperación de calor, que produce así vapor, que impulsa una turbina de vapor que genera electricidad.

Estos dos procesos funcionan de manera complementaria, lo que permite alcanzar rendimientos energéticos muy elevados, ya que se obtiene electricidad en dos etapas utilizando una única fuente de energía.

Entre sus ventajas se encuentran los bajos costos de construcción en relación a la energía generada de forma masiva de las centrales de éste tipo. Además, la posibilidad de trabajar en ciclo combinado le convierte en la central térmica más eficiente y menos dañina para el medio ambiente.

Sin embargo, no dejan de ser centrales que presentan grandes desventajas ecológicas, puesto que afectan negativamente los ecosistemas fluviales, y no se pueden descartar sus emisiones de gases al medio ambiente. En cuanto a su materia prima, se debe tomar en cuenta que es finita y por lo tanto su uso es limitado por su disponibilidad o por su rentabilidad.

- **Conclusión**

Las centrales térmicas a base de gas suelen ser en su mayoría centrales basadas en un ciclo combinado, en el cual su materia prima es gas natural que permite la combustión en su turbina de gas; sin embargo, al ser de ciclo combinado posee una segunda turbina a base de vapor que aprovecha las emisiones de gases provenientes de la combustión de la turbina de gas y genera energía a partir de ello, aumentando la eficiencia de la misma.

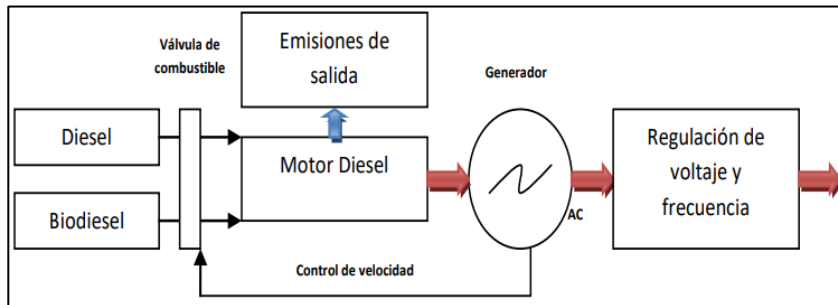
2.3.1.3. Centrales con motores de combustión interna

Las centrales basadas en motores de combustión interna tienen el mismo principio de funcionamiento que las centrales que se han mencionado

previamente. La diferencia que caracteriza a este tipo de centrales es que utilizan motores de combustión interna para lograr la expansión de los gases que provocan el moviendo de la turbina; consecuentemente, necesitan una materia prima distinta que para este caso particular en su mayoría se hace uso de combustible tipo diésel.

Sin embargo, debido al continuo aumento en el precio del petróleo ha tenido fuerte impacto sobre el costo de los combustibles. Esta condición unida al problema ambiental ha producido gran interés en las fuentes de energía alternativas, como el biodiésel. El biodiésel es un combustible renovable no tóxico y biodegradable. El biodiésel posee propiedades similares al diésel empleado como combustible para automotores, y puede ser mezclado en proporciones de 5, 10, 15, 20, 25 30 de biodiésel con el diésel.

Figura 25. **Central con motor de combustión interna**



Fuente: AMIDIQ. *Congreso Internacional AMIDIQ*. <http://www.amidiq.com/>. Consulta: 25 de mayo de 2019.

- **Conclusión**

Las centrales con motores de combustión interna, al igual que las centrales térmicas basan su funcionamiento en la expansión de gases en el

proceso de combustión para hacer girar una turbina y generar energía mecánica, que a su vez se acopla al rotor de un generador con el fin de transformar la energía mecánica en energía eléctrica.

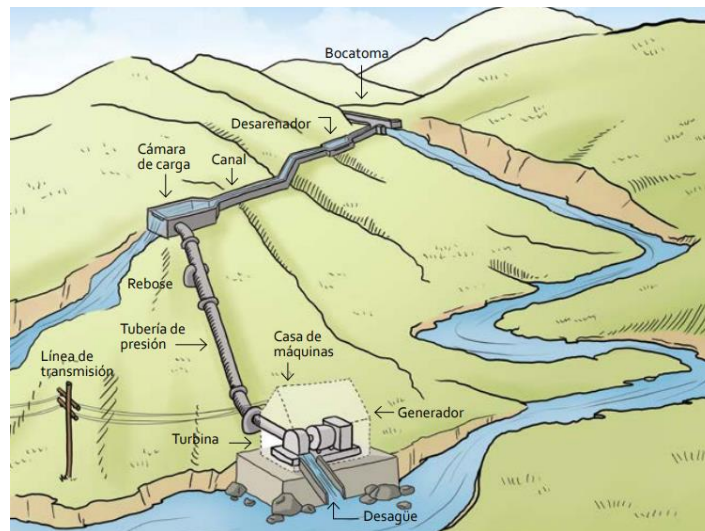
2.3.2. Centrales que no emplean derivados del petróleo

Son todas aquellas centrales que no usan como materia prima el petróleo o alguno de sus derivados.

2.3.2.1. Centrales hidroeléctricas

Una central hidroeléctrica es una instalación que permite aprovechar las masas de agua en movimiento que circulan por los ríos para transformarlas en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a los alternadores.

Figura 26. Estructura de una central hidroeléctrica



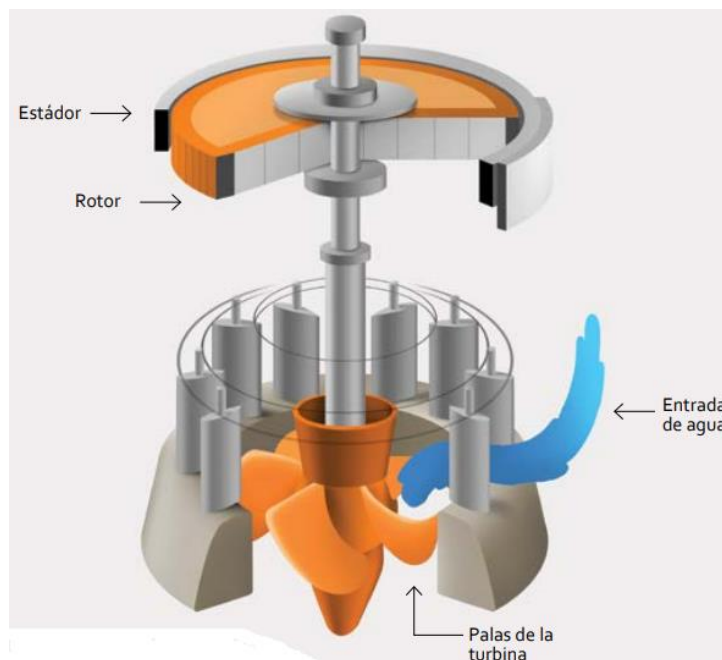
Fuente: Fundación solar. *Energía renovable, limpia por la naturaleza.*

www.fundacionsolar.org.gt. Consulta: 25 de mayo de 2019.

Como se observa en la figura 26, el funcionamiento de una hidroeléctrica se basa en el aprovechamiento de la energía potencial del agua que es capturada y retenida en un embalse. Continuamente, el agua almacenada cambia su estado para modificar su energía de potencial a cinética apoyado de tuberías que trasladan el agua desde el embalse hacia la cámara de carga, pasando por el desarenador, aprovechando la fuerza gravitatoria.

De la cámara de carga se envía un caudal controlado hacia las tuberías de presión que serán las encargadas de aprovechar la energía cinética del agua para poner en movimiento el rotor del generador. Cuando la energía cinética es absorbida en energía mecánica el rotor entra en movimiento y permite realizar el proceso de inducción para generar energía eléctrica.

Figura 27. **Turbina Kaplan para centrales hidroeléctricas**



Fuente: UNDP. *Jóvenes y clima*. www.undp.org. Consulta: 25 de mayo de 2019.

Este tipo de centrales resultan muy ventajosas por varios factores como el hecho que no necesitan combustibles y su generación es limpia; tienen costos de explotación y mantenimiento bajos y además ayudan a la regulación de caudales cuando estos tienden a acrecentarse.

Por otro lado, se perciben algunas desventajas como la inversión por kilovatio instalado que resulta ser elevada, su tiempo de construcción que es más extenso que el de otro tipo de centrales, la dependencia de las condiciones meteorológicas para su funcionamiento, el impacto del medio ambiente para su construcción debido al movimiento de suelos y la alteración del ciclo de la fauna y la flora.

- **Conclusión**

Las centrales hidroeléctricas basan su funcionamiento en el recurso hídrico, del cual aprovechan su energía potencial y cinética para poner en movimiento turbinas ancladas a los rotores de los generadores.

Suelen tener grandes costos de inversión por kilovatio instalado, pero resultan muy económicas en relación a su mantenimiento. Favorece al medio ambiente evitando contaminación al aire y al agua, pero ejerce un gran impacto a los suelos, flora y fauna para lograr su construcción y puesta en servicio.

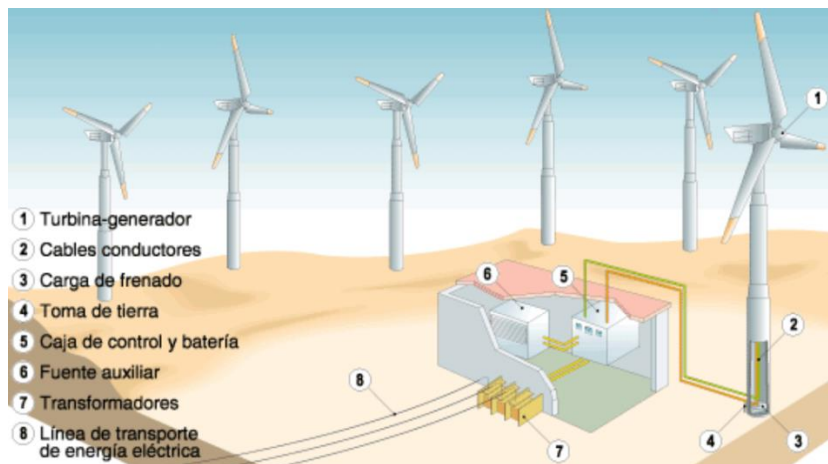
2.3.2.2. Centrales eólicas

La energía eólica tiene su origen en lo solar, específicamente en el calentamiento diferencial de masas de aire que produce el sol. Las diferencias de radiación entre distintos puntos de la tierra generan diversas áreas térmicas

y los desequilibrios de temperatura provocan cambios de densidad en las masas de aire que se traducen en variaciones de presión.

Como consecuencia de esta desigualdad de presiones se producen movimiento de las masas de aire, desde las zonas de alta presión a las zonas de baja presión; y asociado al movimiento de una masa hay energía, denominada energía cinética.

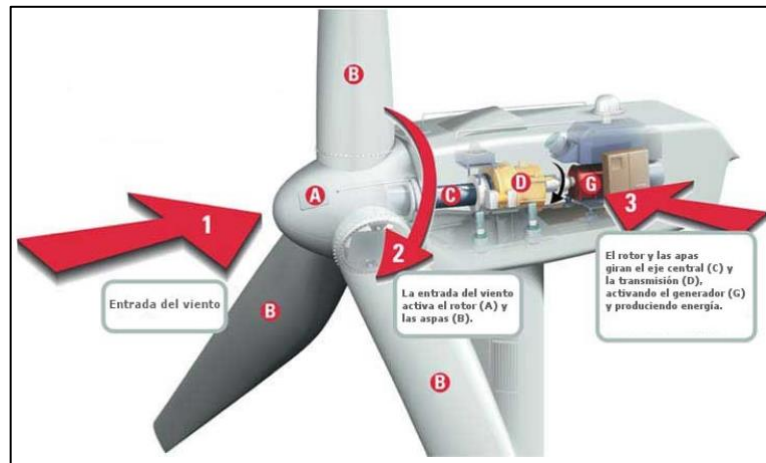
Figura 28. **Estructura de una central eólica**



Fuente: Unesa. *Asociación Española de la Industria Eléctrica*. www.unesa.es. Consulta: 25 de mayo de 2019.

En la actualidad se emplea sobre todo para generar energía limpia y segura, por medio de aerogeneradores que cuentan con un sistema mecánico de rotación, provisto de aspas que a través de un generador producen energía eléctrica. En la figura 29 se observa un ejemplo de un aerogenerador.

Figura 29. **Aerogenerador**



Fuente: Erenovable. *Energía renovable*. www.erenovable.com. Consulta: 25 de mayo de 2019.

La energía eólica resulta ventajosa al presentar beneficios tales como el uso de materia prima renovable e inagotable como lo es el aire; reduce el consumo de combustibles fósiles que aportan grandes cantidades de emisiones dañinas al medio ambiente.

Entre las principales desventajas que puede presentar la implementación de centrales eólicas cabe mencionar su dependencia de las condiciones meteorológicas, por lo que requiere una ubicación estratégica, reduce así, la factibilidad de su implementación. Además, suelen afectar el modo de vida de algunas aves y causar gran impacto visual al medio ambiente.

- **Conclusión**

El principio de funcionamiento de una central eólica se basa en el movimiento de masas de aire, que es causado por el cambio de presiones que existe cuando estas se ven sometidas a cambios en su temperatura. Dichas

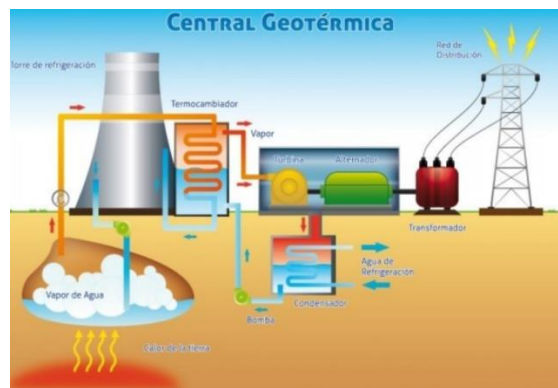
corrientes de aire permiten el movimiento de las aspas del aerogenerador, cuyo movimiento mecánico permite la generación de energía eléctrica bajo el principio de inducción de un generador.

2.3.2.3. Centrales geotérmicas

Las centrales geotérmicas basan su funcionamiento en la energía geotérmica que corresponde a la energía calórica contenida en el interior de la tierra, que se transmite por conducción térmica hacia la superficie, la cual puede decirse que es parcialmente renovable y con una alta disponibilidad.

El campo geotérmico básicamente es una extensión de tierra con un mayor gradiente de temperatura que el normal cuya fuente de calor es un acuífero confinado almacenado y limitado por una capa sello, impermeable, que conserva el calor y presión; forma lo que se conoce como reservorio geotérmico. Este yacimiento de agua almacenado es calentado por una fuente de calor no muy profunda denominada cámara magmática.

Figura 30. Central geotérmica



Fuente: INPRAINDSA. *Viendo el futuro*. www.inpraindsa.com. Consulta: 25 de mayo de 2019.

Las centrales geotérmicas desde la superficie conectan con el reservorio y es a través de éstos que se extrae el calor a través de un sistema de acarreo compuesto de tuberías que conducen agua fría y pasan por los reservorios, que logra absorber suficiente temperatura, generalmente hasta los 150°; se transa posteriormente al termo cambiador que cumple la función de separar el vapor de agua y dirigirlo hacia la turbina del generador que entra en movimiento; permite así el principio de inducción, que genera energía eléctrica.

La energía geotérmica es reconocida a nivel mundial como fuente de generación de electricidad amigable con el medio ambiente debido a que no produce gases tóxicos ni causantes de efecto invernadero; el uso de áreas de suelo no es extenso y con un manejo adecuado sus implicaciones ambientales son mínimas y fáciles de prevenir o mitigar.

A pesar de su sencillez, el sistema está pensado fundamentalmente para aplicaciones que no requieran un suministro de energía a gran escala, debido a las características geotérmicas de las rocas. El motivo es que la sima del interior de la corteza terrestre donde está el calor aprovechable se va enfriando progresivamente conforme se le inyecta agua fría; y si el régimen de inyección es alto llegará un momento en que la sima ha cedido más calor del que puede recuperar. Algunos casos son distintos por lo cual un correcto estudio de la zona y el proceso es inminente.

- Conclusión

Las centrales geotérmicas basan su funcionamiento en el aprovechamiento del calentamiento natural del manto terrestre, que usan directamente para calentar agua a tal temperatura que pueda generar una

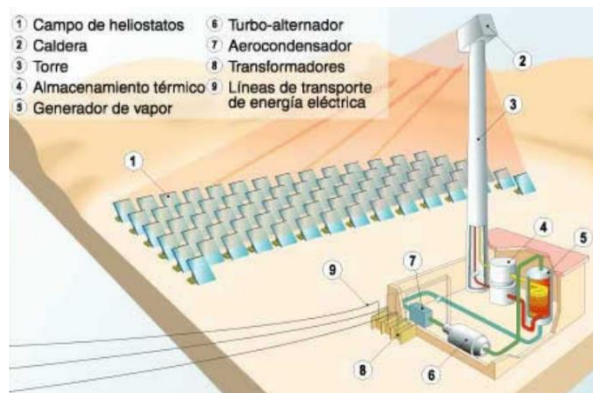
expansión de vapor de agua capaz de mover las turbinas del generador y así generar energía eléctrica.

2.3.2.4. Centrales solares

Las centrales de este tipo usan como materia prima la radiación solar, y pueden dividirse en dos tipos de centrales distintas:

- Central solar térmica: el funcionamiento de una central solar térmica se basa en la obtención de calor de la radiación solar y su transferencia a un medio portador de calor; utiliza un ciclo térmico similar al de una central térmica convencional.

Figura 31. Central termo solar



Fuente: Unesa. *Asociación Española de la Industria Eléctrica*. www.unesa.es. Consulta: 25 de mayo de 2019.

Para conseguir elevar la temperatura del agua a los altos niveles deseados se debe concentrar la máxima radiación solar en un punto. La captación y concentración de los rayos solares se hacen por medio de espejos

con orientación automática que apuntan a una torre central donde se calienta el fluido, o con mecanismos más pequeños de geometría parabólica. El conjunto de la superficie reflectante y su dispositivo de orientación se denomina heliostato.

Ya que se ha conseguido elevar la temperatura del agua para transformarla en gas, el ciclo de generación se asemeja al de una planta central convencional; se usa el vapor para la rotación de la turbina del rotor del generador.

Este tipo de centrales suelen necesitar mucha inversión, su eficiencia aun es baja por lo que no suelen ser centrales competitivas ante otro tipo de centrales.

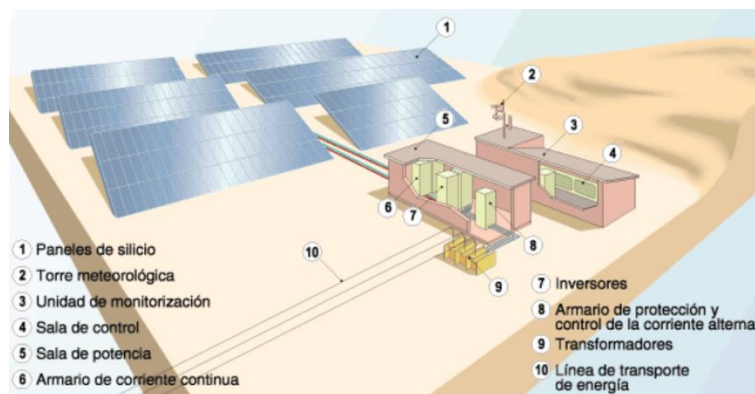
- Central solar fotovoltaica

El elemento básico de una central fotovoltaica es el conjunto de células fotovoltaicas, que captan la energía solar, transformándola en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico. Están integradas, primero, en módulos y luego se forman con ellos los paneles fotovoltaicos

Como la energía eléctrica que circula por la red de transporte lo hace en forma de corriente alterna, la corriente continua generada en los paneles solares debe ser transformada a corriente alterna. Por ello la corriente continua producida por las celdas fotovoltaicas, es conducida a un armario de corriente continua, para ser convertida en corriente alterna por medio de un inversor y ser finalmente transportada a un armario de corriente alterna.

Cuando ya posee las características de corriente alterna, se lleva a el centro de transformación donde se adapta a las condiciones de corriente y voltaje presentes en la línea de transmisión.

Figura 32. **Central fotovoltaica**



Fuente: Unesa. *Asociación Española de la Industria Eléctrica*. www.unesa.es. Consulta: 25 de mayo de 2019.

- **Conclusión**

Existen dos tipos de centrales solares. La primera es la central termo solar que aprovecha la energía del sol para generar vapor de agua con la suficiente fuerza para hacer rotar la turbina de un generador eléctrico. La segunda es la central de tipo fotovoltaica que aprovecha la energía solar a partir de celdas fotovoltaicas que a través de un proceso químico transforma la energía solar en energía eléctrica de corriente continua, la cual es llevada a un centro de inversión para hacerla oscilar y poder pasar al centro de corriente alterna donde es transformada a los niveles de corriente y voltaje de transmisión.

2.3.2.5. Centrales a base de uso de la biomasa

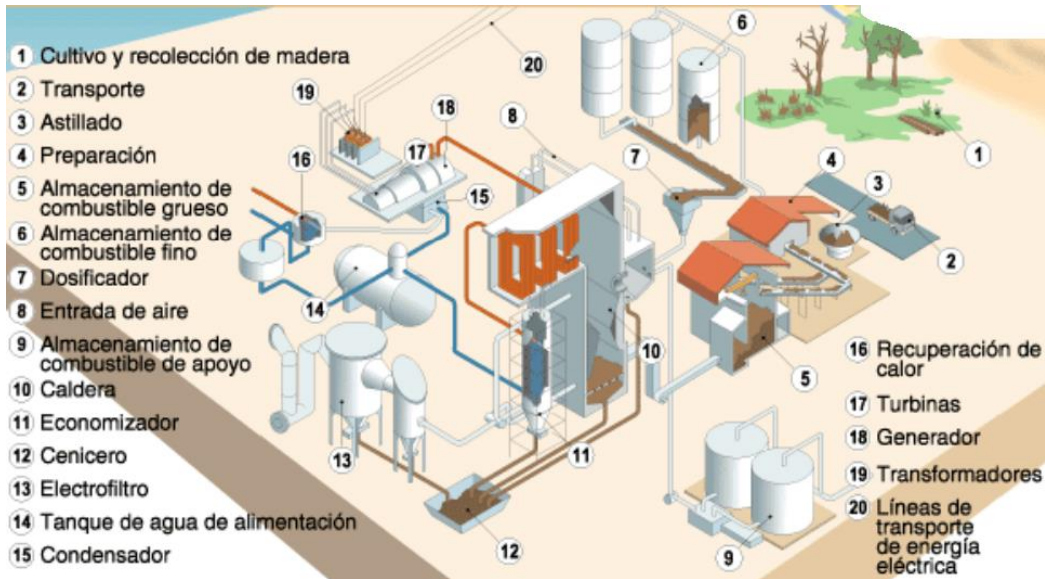
La palabra biomasa describe los materiales provenientes de seres vivos animales o vegetales. Es decir, toda la materia orgánica procedente del reino animal y vegetal obtenida de manera natural o procedente de las transformaciones artificiales. Toda esta materia se convierte en energía si le aplicamos procesamientos químicos.

La biomasa era la fuente energética más importante para la humanidad hasta el inicio de la revolución industrial, pero su uso fue disminuyendo al ser sustituido por el uso masivo de combustibles fósiles.

Una central de biomasa es una instalación que permite el aprovechamiento de la biomasa para la producción de electricidad. Tiene un ciclo térmico similar al de las centrales térmicas convencionales: la energía calorífica que se produce en un determinado foco es transformada en energía mecánica rotatoria mediante una turbina y, posteriormente, en energía eléctrica a través de un generador. La diferencia está en que el combustible principal utilizado para producir la energía calorífica en el caso de las centrales de biomasa lo constituyen principalmente los residuos forestales, los cultivos de plantas energéticas, o los residuos agrícolas.

La biomasa es la única fuente de energía que aporta un balance de CO_2 favorable, siempre y cuando la obtención de la biomasa se realice de una forma renovable y sostenible, de manera que el consumo del recurso se haga más lentamente que la capacidad de la Tierra para regenerarse. De esta manera, la materia orgánica es capaz de retener durante su crecimiento más CO_2 del que libera en su combustión, sin incrementar la concentración de CO_2 .

Figura 33. Central a base de biomasa



Fuente: Unesa. *Asociación Española de la Industria Eléctrica*. www.unesa.es. Consulta: 25 de mayo de 2019.

- Conclusión

La biomasa era la fuente energética más importante para la humanidad hasta el inicio de la revolución industrial, esta describe los materiales provenientes de seres vivos animales o vegetales. Es decir, toda la materia orgánica procedente del reino animal y vegetal. Las centrales a base de biomasa funcionan de forma similar a una central térmica convencional, con la salvedad que su materia prima es le biomasa con la cual llevan a cabo el proceso de combustión. La biomasa es la única fuente de energía que aporta un balance de CO_2 favorable, por lo que es considerada una fuente de energía eléctrica limpia.

2.3.2.6. Centrales mareomotrices

Las centrales mareomotrices basan su funcionamiento en la obtención de energía mareomotriz que forma parte del grupo de las llamadas energías renovables y se obtiene a través de la energía cinética y la energía potencial de las mareas; es decir, aprovecha la fuerza de las olas del mar y los cambios entre la marea alta y la marea baja que convierten su variación en energía eléctrica.

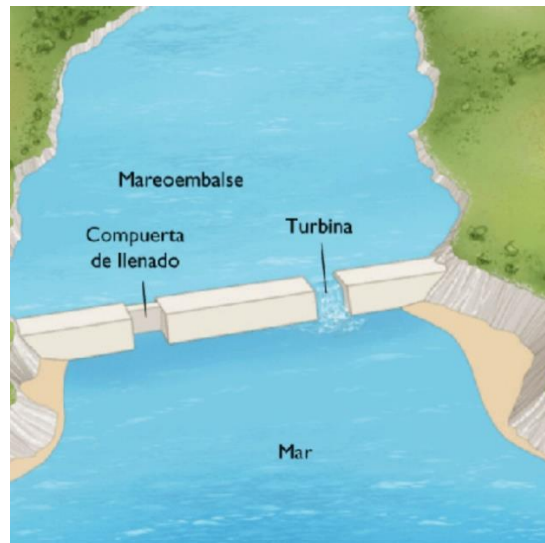
La construcción de una central mareomotriz requiere el cerramiento de un estuario o una bahía mediante un dique provisto de compuertas. En cada una de ellas se instala una turbina de baja presión y de palas orientables, conectada a un alternador.

Estos grupos son capaces de funcionar como generadores de electricidad y como bombas de impulsión del agua en ambos sentidos cumpliendo un ciclo de funcionamiento pleamar-bajamar como la siguiente:

- Al subir la marea, el agua penetra en el embalse y acciona los grupos turbina-alternador, con los que se obtiene energía eléctrica.
- Al final de la pleamar, las turbinas actúan como bombas y provocan el sobrellenado del embalse.
- Cuando baja la marea, el agua regresa de nuevo al mar, vuelve a accionar los grupos turbina alternador y de nuevo se obtiene energía eléctrica.

- Al final de la bajamar, las turbinas actúan otra vez como bombas y provocan un sobre vaciado del embalse.

Figura 34. **Central mareomotriz**



Fuente: WordPress. *Fuentes de energía*. www.energecitateconnatalia.wordpress.com. Consulta: 25 de mayo de 2019.

Las centrales mareomotrices están reconocidas como fuentes de energía limpia lo cual resulta ser un gran beneficio cuando se habla del cuidado del medio ambiente; sin embargo, aún posee costes de inversión muy altos que han provocado que su implementación sea aún poco aceptada y recurrida.

- **Conclusión**

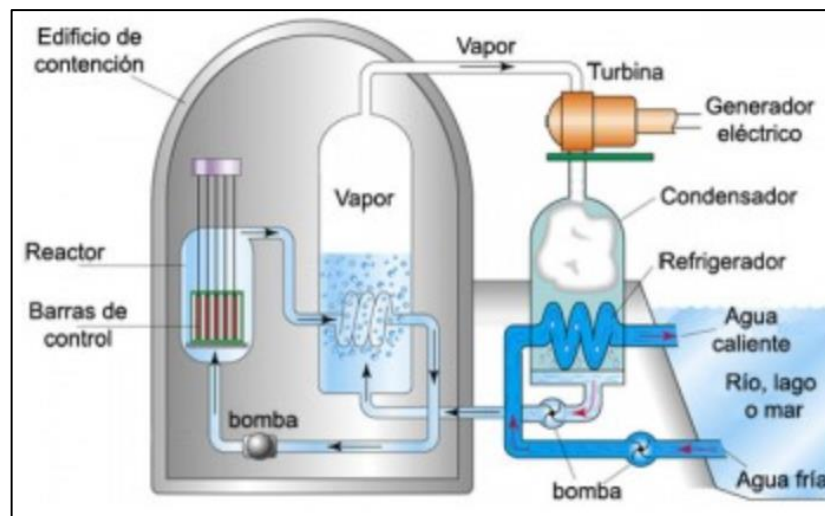
La construcción de una central mareomotriz requiere el cerramiento de un estuario o una bahía mediante un dique provisto de compuertas. En cada una de ellas se instala una turbina de baja presión y de palas orientables,

conectada a un alternador que permite aprovechar el cambio de la energía potencial del agua a energía cinética para hacer rotar la turbina; permite así un cambio de la energía mecánica a energía eléctrica.

2.3.2.7. Centrales nucleares

El funcionamiento de una central nuclear se basa en el aprovechamiento del calor, por lo cual también está considerada entre las centrales de tipo termoeléctricas. Utiliza el calor para mover una turbina por la acción del vapor de agua, la cual está conectada a un generador eléctrico. Para conseguir el vapor de agua se utiliza como combustible el uranio o el plutonio.

Figura 35. Central nuclear



Fuente: Energía nuclear. *Formas de aprovechamiento de la energía nuclear*. www.energía-nuclear.net. Consulta: 25 de mayo de 2019.

El proceso básicamente consiste en la fisión del uranio o plutonio que se lleva a cabo en el reactor nuclear que permite iniciar y controlar una reacción en

cadena de fisión nuclear; luego, se libera una gran cantidad de energía que calienta el agua hasta evaporarla.

Este vapor se transporta al conjunto turbina–generador mediante un circuito de vapor. Una vez ahí, las aspas de la turbina giran por la acción del vapor y mueven el generador que transforma la energía mecánica en electricidad. Una vez el vapor de agua ha pasado por la turbina, se envía a un condensador donde se enfría y se vuelve líquido. Y nuevamente se transporta el agua para volver a conseguir vapor; se cierra así el circuito del agua.

La fisión nuclear es la reacción en la que el núcleo de un átomo pesado, al capturar un neutrón incidente, se divide en dos o más núcleos de átomos más ligeros, llamados productos de fisión; emite en el proceso neutrones, rayos gamma y grandes cantidades de energía. El núcleo que captura el neutrón incidente se vuelve inestable y, como consecuencia, se produce su escisión en fragmentos más ligeros dando lugar a una situación de mayor estabilidad.

Además de estos productos, en la reacción de fisión se producen varios neutrones que al incidir sobre otros núcleos fisionables desencadenan más reacciones de fisión que a su vez generan más neutrones. Este efecto multiplicador se conoce como reacción en cadena.

Los residuos generados por la fisión del uranio son almacenados dentro de la propia central, en unas piscinas de hormigón especiales para materiales radioactivos. Cabe destacar que las centrales nucleares no envían a la atmósfera óxidos de carbono, azufre, nitrógeno ni otros elementos derivados a la combustión, como las cenizas. No obstante, debe tenerse precaución en la generación de electricidad mediante la energía nuclear, tanto en la extracción,

el concentrado y enriquecimiento del uranio como en la propia producción de energía eléctrica debido a su contenido radiactivo.

- Conclusión

Las centrales nucleares basan su funcionamiento en el de una central térmica convencional; sin embargo, se diferencian en la obtención de la energía siendo ésta a base de fisión nuclear de algunos elementos como el uranio y el plutonio. La obtención del calor es entonces aprovechada a través de la radiación emitida por las partículas subatómicas, las cuales son manipuladas dentro de un reactor nuclear.

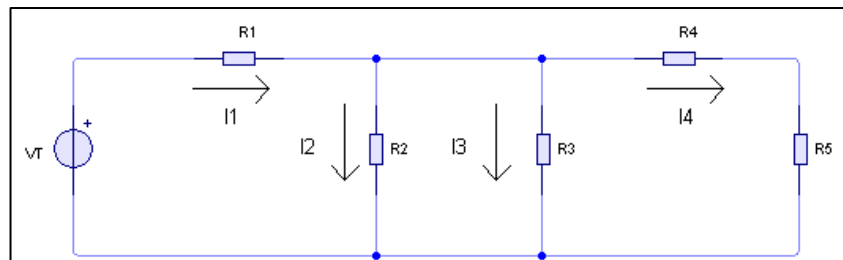
3. SIMULACIÓN DE EJERCICIOS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO

3.1. Medición de corriente, voltaje y resistencia

Con base en la figura 36, y a los siguientes datos, determine la corriente y el voltaje en cada una de las resistencias:

- $V_T = 5\text{v}$
- $R_1=R_2=R_3=R_4=R_5 = 100\ \Omega$

Figura 36. Ejercicio 3.1.1.1

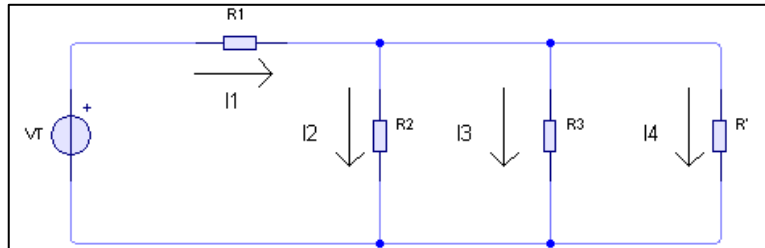


Fuente: elaboración propia.

Primero se realizará la simplificación del circuito:

$$R' = R_4 + R_5 = 100 + 100 = 200\ \Omega$$

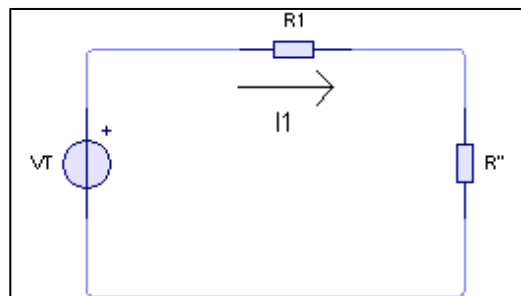
Figura 37. **Ejercicio 3.1.1.2**



Fuente: elaboración propia.

$$R'' = R_2 || R_3 || R' = \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100}} = 40 \Omega$$

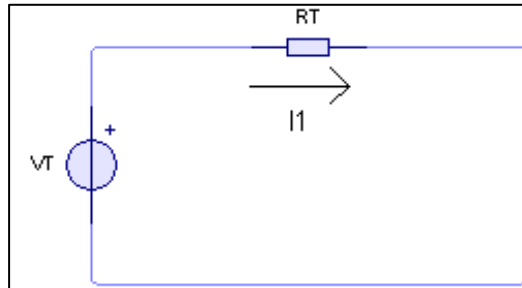
Figura 38. **Ejercicio 3.1.1.3**



Fuente: elaboración propia.

$$R_T = R_1 + R'' = 100 + 40 = 140 \Omega$$

Figura 39. **Ejercicio 3.1.1.4**



Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de las corrientes y los voltajes se hará uso de la ecuación 7, que corresponda la ley de ohm.

$$I1 = \frac{VT}{RT} = \frac{5}{140} = 0,03571 \text{ A}$$

$$V_{R1} = I_{R1} * R1 = 0,0357 * 100 = 3,57 \text{ v}$$

$$VR'' = VT - V_{R1} = 5 - 3,57 = 1,43$$

$$VR' = V_{R2} = V_{R3} = VR'' = 1,43$$

$$I_{R2} = \frac{1,43}{100} = 0,0143 \text{ A}$$

$$I_{R3} = I_{R2} = 0,0143 \text{ A}$$

$$I_{R'} = \frac{1,43}{200} = 0,0072$$

$$I_{R4} = I_{R5} = I_{R'} = 0,0072$$

$$V_{R4} = I_{R4} * R4 = 0,0072 * 100 = 0,72 \text{ v}$$

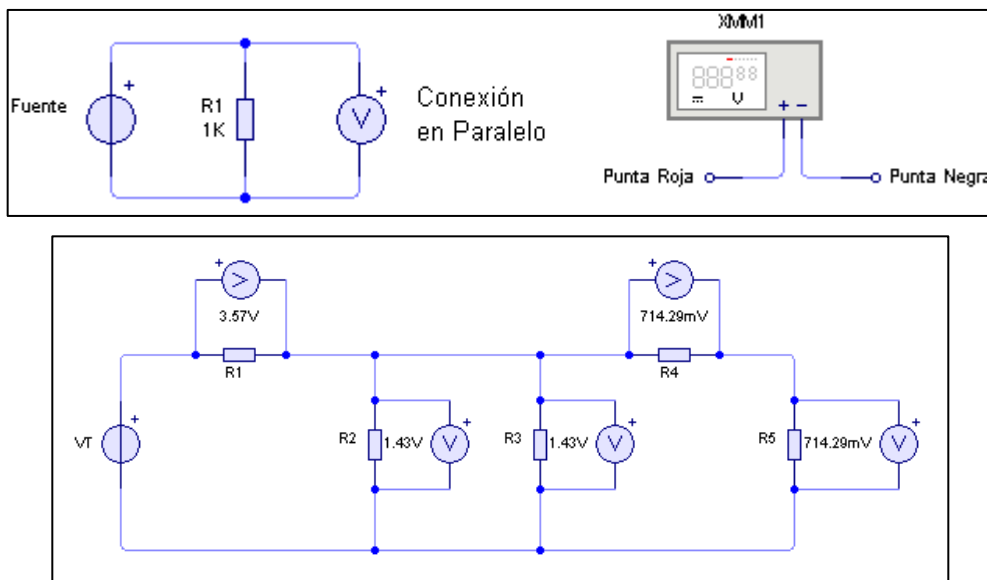
$$V_{R5} = I_{R5} * R5 = 0,0072 * 100 = 0,72 \text{ v}$$

3.1.1. Simulación

Con base en el circuito de la figura 40, se mostrará cómo obtener las magnitudes de corriente y voltaje; se recrea una medición a partir del uso de un multímetro, apoyado del programa de diseño de circuitos .

El primer paso será la medición de los voltajes en las resistencias y para ello se debe hacer uso del voltímetro. Su conexión debe ser en paralelo al elemento que desea medirse.

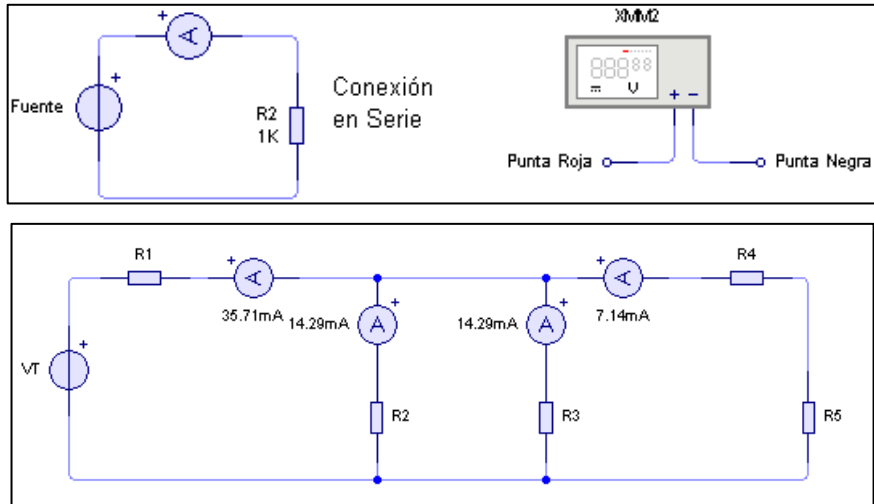
Figura 40. **Medición de voltaje**



Fuente: elaboración propia.

El segundo paso será la medición de las corrientes en las resistencias y para ello se debe hacer uso del amperímetro. Su conexión debe ser en paralelo al elemento que desea medirse.

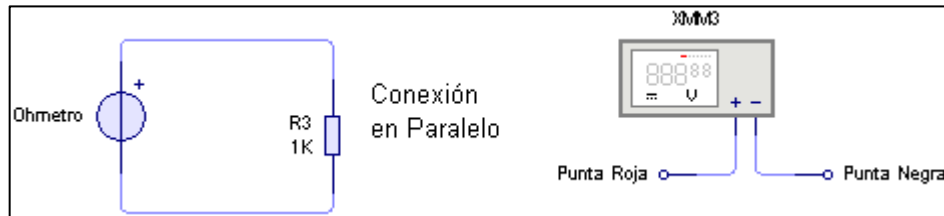
Figura 41. **Medición de corrientes**



Fuente: elaboración propia.

Si el valor de las resistencias no fuese dado, es posible obtener su valor de forma empírica haciendo uso del multímetro; sin embargo, a diferencia de la medición de corrientes y voltajes que debe darse con los elementos conectados a la fuente, el valor de la resistencia no puede ser medido cuando estas están conectadas a la fuente; consecuentemente, se debe extraer el elemento del circuito y medirlo de la siguiente forma:

Figura 42. **Medición de resistencia**



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Práctica de laboratorio

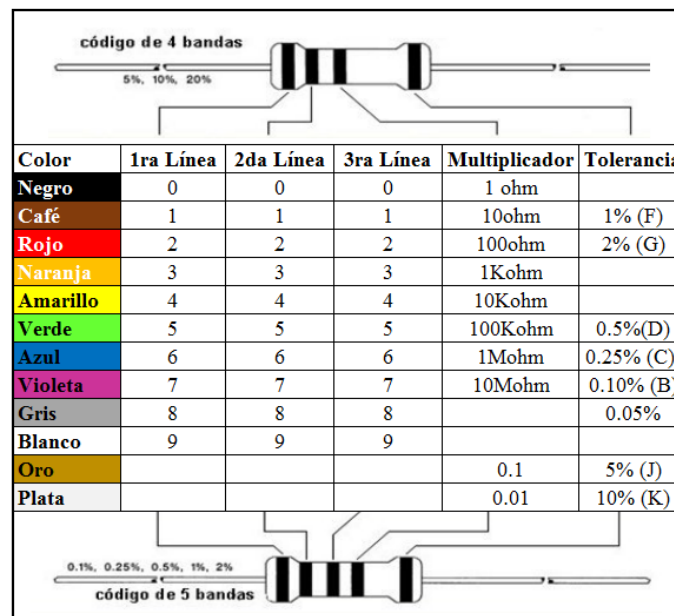
- Materiales y herramientas
 - 10 resistencias de varios valores (no repetir ningún valor)
 - Cables tipo lagartos
 - Fuentes de voltaje DC
 - 1 *Protoboard*
 - 1 pinza corta alambre

- Precauciones con el multímetro
 - Antes de realizar cualquier medición de voltaje, corriente o resistencia, asegúrese de tener la perilla en la escala adecuada para el rango que espera. si no se conoce el rango, inicie su medida en la escala más alta.
 - Nunca tocar las puntas de prueba por su terminal metálico, manipular desde su parte aislada.
 - No mida resistencias cuando estén conectadas a un circuito. Nunca se miden resistencias conectadas a una fuente de voltaje.
 - Si se conecta el multímetro para medir corriente o voltaje, pero la perilla está en escala de resistencia seguramente se daña el instrumento.
 - Antes de medir corriente verificar que el instrumento esté conectado en serie con el circuito.

- Determinación del valor nominal de un resistor

Disponer de varios resistores cuya resistencia eléctrica necesita conocer. Tome un resistor e identifique los colores de las líneas. Antes de intentar calcular el valor nominal del resistor asegurarse que la cuarta o quinta línea (última empezando en la izquierda) sea de color dorado o plata. Esta línea corresponde a la tolerancia en el valor nominal de la resistencia indicado por el fabricante. Registrar los colores del resistor en el orden que aparecen de izquierda a derecha. Calcular el valor nominal del resistor con el código de colores que aparece en el cuadro de la figura 43.

Figura 43. **Código de colores 4 y 5 bandas**



Fuente: Webscolar. *Código de 4 bandas*. <https://www.webscolar.com/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Las resistencias se ven de frente y su valor en código de colores se lee colocando la línea dorada o plateada en el extremo derecho. Luego, los colores se leen de izquierda a derecha. La cuarta o quinta línea nos dan la tolerancia del resistor indicada por el fabricante en forma porcentual así: dorado 5 %; plateado 10 % del valor nominal de la resistencia.

Determine y registre en la tabla I, el valor nominal (o valor del fabricante) para los 10 resistores disponibles con su respectiva tolerancia.

- Medición directa de la resistencia

Tomar el multímetro y ponga la perilla en la posición de OHMs que corresponda a la escala más alta. Seguidamente, conecte las puntas de prueba (roja en el conector +V Ω y negra al COM). Usted debe ensayar el instrumento uniendo las puntas de prueba entre sí. ¿Qué lectura ofrece el instrumento cuando sus puntas están en contacto? R// _____ Ω^1

Tomar el primer resistor y póngalo entre las puntas de prueba del óhmetro. Registre en la tabla II, el valor obtenido en la máxima escala. Si la lectura es pequeña, cambiar a la escala inmediatamente inferior y registre la nueva lectura. No olvidar tener en cuenta la escala (M Ω , k Ω , Ω).

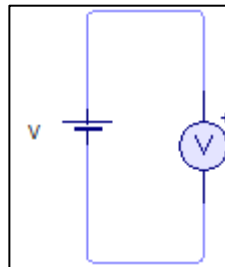
De todas las lecturas obtenidas para el resistor en cada escala decida cuál es el valor más apropiado y regístrelo como el valor medido que corresponde a la resistencia. Repetir todos los pasos para cada uno de los resistores disponibles y consigne los datos en la tabla II.

- Medición de diferencia de potencial (voltaje) DC

Tomar el multímetro, ponga la perilla en la escala más alta de voltaje DC y verificar que esté activa la opción DC. Conectar las puntas de prueba (roja en el conector +VQ y negra al COM). Ensayar el instrumento uniendo las puntas de prueba entre sí.

Encender la fuente de voltaje DC. Mida con el voltímetro la diferencia de potencial entre las salidas de la fuente (ver figura 44) y registre la lectura en la tabla III. Cambiar la escala del voltímetro y registre las diferentes lecturas. Escoja la lectura más apropiada.

Figura 44. **Medición de voltaje en fuente DC**

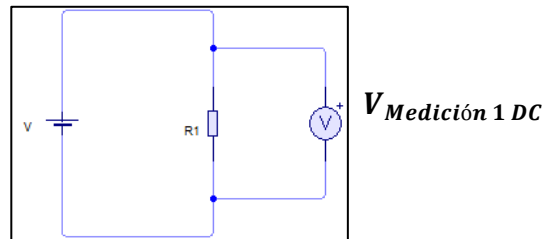


Fuente: elaboración propia.

Armar el circuito de la figura 45 con la fuente en $V_{fuente} = \text{_____ V}$ y un resistor R1 $\text{_____ } \Omega$ de su elección.

Medir la diferencia de potencial (voltaje) entre los extremos del resistor con una escala de medida que considere adecuada y registre el dato como $V_{Medicion\ 1}$ en la tabla III.

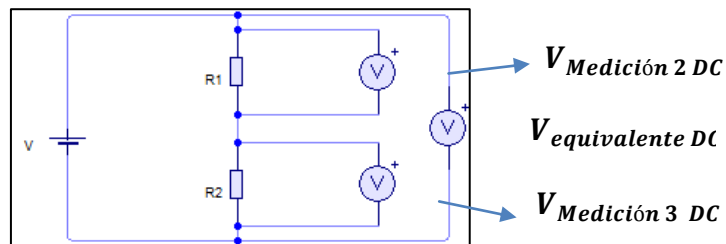
Figura 45. **Medición de voltaje en un resistor**



Fuente: elaboración propia.

Modificar el circuito de la figura 45 agregando un segundo resistor R_2 _____ Ω en serie con el primero como lo indica la figura 46. Medir la diferencia de potencial entre los extremos del resistor uno y entre los extremos del resistor dos. Registre los valores como V_1 y V_2 respectivamente en la tabla III.

Figura 46. **Medición de voltaje resistencias en serie**

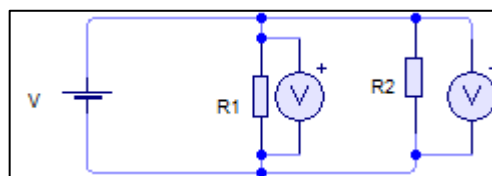


Fuente: elaboración propia.

Medir la diferencia de potencial en los extremos de R_1 y R_2 . Registrar este valor como $V_{equivalente}$ en la tabla III, y compruebe que $V_{R1} + V_{R2} = V_{equivalente}$. ¿Qué puede concluir de los valores de voltaje V_{R1} y V_{R2} comparados con $V_{equivalente}$? Registrar dos conclusiones.

Para finalizar comprobar que el voltaje de las resistencias en paralelo es el mismo, tomando los valores de la fuente y armando el siguiente circuito de la figura 47 con las resistencias R1 y R2 los voltajes serían los mismos. ($V_{R1} = V_{R2} = V_{fuente}$)

Figura 47. **Medición de voltaje resistencias en paralelo**



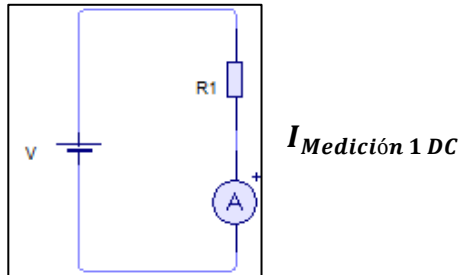
Fuente: elaboración propia.

- Medición de corriente de potencial (voltaje) DC

Para empezar, conectar las puntas de prueba del amperímetro en los conectores COM (negro) y *mA* (rojo). Tomar en cuenta que el conector rojo del amperímetro no corresponde al conector del óhmetro/voltímetro y que un descuido en este aspecto es fatal para el instrumento. Si no se está seguro cual es el conector correcto preguntar al su auxiliar.

Escoger la escala de corriente DC más alta antes de realizar cualquier medición de corriente. Montar el circuito de la figura 48, con la fuente de voltaje establecido anteriormente y la resistencia R₁ que usó en el montaje de la figura 45. Cuidar que la punta de prueba negra del instrumento conecte al borne negativo de la fuente y la punta roja vaya al resistor.

Figura 48. **Medición de corriente**

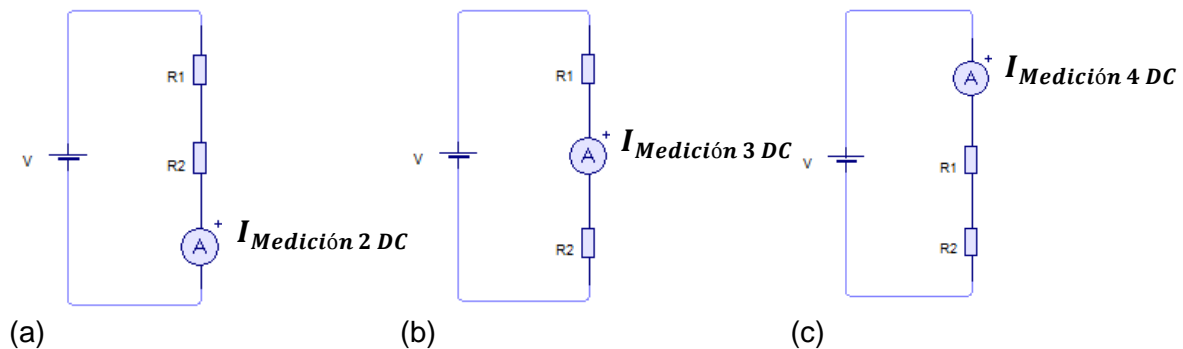


Fuente: elaboración propia.

Registrar en la tabla IV, la lectura del amperímetro en todas las escalas que sea posible leer siempre empezando por la escala mayor.

Montar de nuevo el circuito de la figura 46 y medir la corriente I que circula en este circuito en los puntos que se indican en la figura 49. Recordar que el amperímetro se conecta en serie con las resistencias.

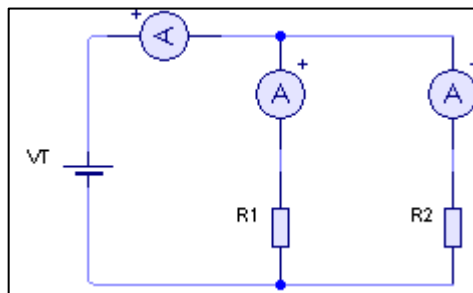
Figura 49. **Medición de corriente resistencias en serie**



Fuente: elaboración propia.

Armar nuevamente el circuito de la figura 47, para determinar las corrientes en cada una de las resistencias en paralelo, tomando los valores, así como se muestra a continuación en la figura 50, anótelas en la tabla V.

Figura 50. **Medición de corriente resistencias en paralelo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 51. Ficha técnica 1

Nombre _____ Sección _____

Carné: _____ Fecha: _____

Tabla I. Registro del valor total del fabricante

Resistencia	1ra línea	2da línea	3ra línea	Multiplicador	R total (Ω)	Tolerancia (%)
Resistencia 1						
Resistencia 2						
Resistencia 3						
Resistencia 4						
Resistencia 5						
Resistencia 6						
Resistencia 7						
Resistencia 8						
Resistencia 9						
Resistencia 10						

¿Qué lectura ofrece el instrumento cuando sus puntas están en contacto?

R// _____ Ω

Tabla II. Registro del valor medido de cada resistencia

Resistencia	R total (Ω)
Resistencia 1	
Resistencia 2	
Resistencia 3	
Resistencia 4	
Resistencia 5	
Resistencia 6	
Resistencia 7	
Resistencia 8	
Resistencia 9	
Resistencia 10	

Continuación de la figura 51.

Discuta el resultado de los valores de resistencia:

Tabla III. Registro del valor de los voltajes

$V_{fuente} = \text{---} \text{ V}$

$R1 \text{---} \Omega$

$R2 \text{---} \Omega$

Voltaje fuente (figura 40)	
$V_{Medición\ 1}$ (figura 45)	
$V_{Medición\ 2}$ (figura 46)	
$V_{Medición\ 3}$ (figura 46)	
$V_{equivalente}$ (figura 46)	

Compruebe que: $V_{R1} + V_{R2} = V_{equivalente}$

$\text{---} \text{ V} + \text{---} \text{ V} = \text{---}$

Discuta el resultado de los voltajes:

Tabla IV. Registro del valor de la corrientes en serie

Voltaje fuente (figura 44)	
$I_{Medición\ 1}$ (figura 45)	
$I_{Medición\ 2}$ (figura 49a)	
$I_{Medición\ 3}$ (figura 49b)	
$I_{Medición\ 4}$ (figura 49c)	

Continuación de la figura 51.

Discuta el resultado de las corrientes:							
Tabla V. Registro del valor de las corrientes en paralelo							
<table border="1"><tr><td>$I_{Medición\ 5}$ (figura 50)</td><td> </td></tr><tr><td>$I_{Medición\ 6}$ (figura 50)</td><td> </td></tr><tr><td>$I_{Medición\ 7}$ (Figura 50)</td><td> </td></tr></table>		$I_{Medición\ 5}$ (figura 50)		$I_{Medición\ 6}$ (figura 50)		$I_{Medición\ 7}$ (Figura 50)	
$I_{Medición\ 5}$ (figura 50)							
$I_{Medición\ 6}$ (figura 50)							
$I_{Medición\ 7}$ (Figura 50)							
Discuta el resultado de las corrientes en paralelo:							

Fuente: elaboración propia.

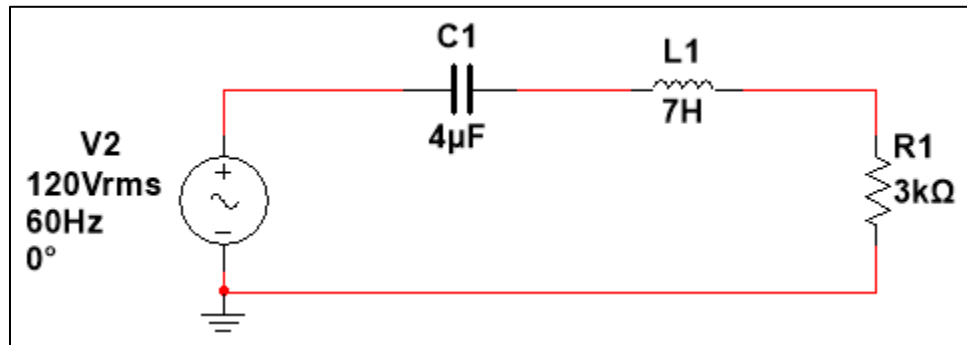
3.2. **Medición de potencia en circuito RLC y corrección del factor de potencia**

A continuación, un ejemplo de cómo realizar el análisis de la potencia en un circuito RLC.

3.2.1. **Simulación**

Haciendo uso de un programa de simulación de circuitos, calcule la potencia activa y reactiva del circuito RLC de la figura 51, luego determine el valor del capacitor que se necesita para obtener un factor de potencia de 0,9.

Figura 52. Ejercicio 3.2.1.1



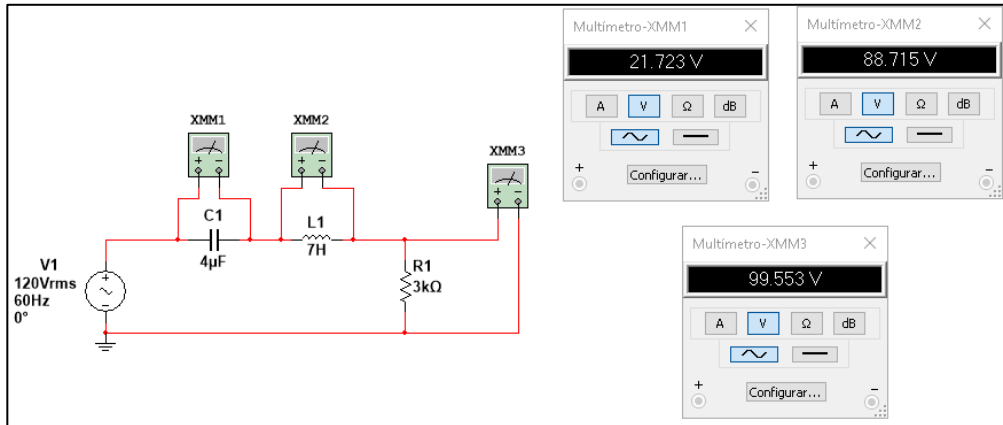
Fuente: elaboración propia.

Lo primero que se debe hacer es encontrar el valor de las reactancias capacitiva e inductiva, para ello se hará uso de las ecuaciones 13 y 14.

$$X_L = j(2\pi(60)(7)) = j(2\,638,94 \, \Omega)$$
$$X_C = j\left(\frac{1}{2\pi(60)(0,000004)}\right) = j(663,13 \, \Omega)$$

Al tener el valor de las reactancias se puede proceder a encontrar el voltaje en cada uno de los elementos, por lo cual se hará uso de un multímetro en la función de medición de voltaje alterno. No se debe olvidar que el voltaje se mide en paralelo al elemento deseado.

Figura 53. Ejercicio 3.2.1.2



Fuente: elaboración propia.

Luego de realizar las mediciones correspondientes, se obtienen los siguientes valores:

$$V_C = 21,723 \text{ v}$$

$$V_L = 88,715 \text{ v}$$

$$V_R = 99,553 \text{ v}$$

Con los valores de los voltajes, resistencia y reactancias, se calcula la potencia en los elementos con una variante de la ecuación no. 20, al aplicar la ley de ohm:

$$S = VI = V \left(\frac{V}{Z} \right) = \frac{V^2}{Z}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$Q = \frac{V^2}{X}$$

$$P_R = \frac{V^2}{R} = \frac{99,553^2}{3\,000} = 3,30 \text{ W}$$

$$Q_L = \frac{V^2}{X_L} = \frac{88,715^2}{2\,638,94} = 2,98 \text{ VAR}$$

$$Q_C = \frac{V^2}{X_C} = \frac{21,723^2}{663,13} = 0,71 \text{ VAR}$$

La potencia total es la sumatoria entre la potencia real o activa y la potencia imaginaria o reactiva, representada de la siguiente forma:

$$S = P_R + j(Q_C - Q_L) = 3,3 + j(0,71 - 2,98) = 3,3 - j(2,27)$$

Haciendo uso del triángulo de potencias representado en la figura 9, se obtuvo la ecuación 21 y 22 que aplicará para la obtención del factor de potencia:

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{Q}{P} = \frac{2,27}{3,3} = 34,61^\circ$$

$$FP_1 = \cos\theta = \cos(34,61) = 0,82$$

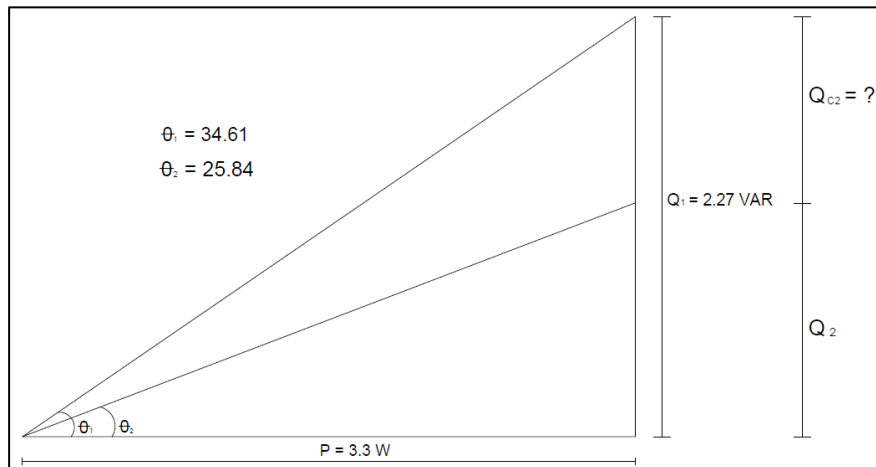
Como se observa el factor de potencia está por debajo del requerido que es de 0,9, cuyo ángulo se pudo obtener a partir del despeje de la ecuación del factor de potencia que se usa previamente:

$$\theta_2 = \cos^{-1}(FP_2) = \cos^{-1}(0,9) = 25,84^\circ$$

Para corregir el factor de potencia se usará un segundo capacitor que aporte la cantidad de potencia reactiva necesaria. Con el nuevo ángulo para el factor de potencia de 0,9, se puede aplicar trigonometría al triángulo de

potencias y encontrar la potencia reactiva que se necesita que sea aportada por el capacitor.

Figura 54. Ejercicio 3.2.1.3



Fuente: elaboración propia.

Como se ve en la figura 54, se debe obtener el valor de la potencia reactiva a un factor de potencia de 0,9:

$$Q_2 = P * \tan(\theta_2) = 3,3 * \tan(25,84) = 1,60 \text{ VAR}$$

La potencia reactiva que debe aportar el capacitor se puede encontrar a partir de la resta entre la potencia reactiva Q_1 y Q_2 :

$$Q_{c2} = Q_1 - Q_2 = 2,27 - 1,60 = 0,67 \text{ VAR}$$

Al definir la potencia reactiva del capacitor de compensación se puede encontrar el valor del capacitor necesario aplicando las variantes de la ecuación 20:

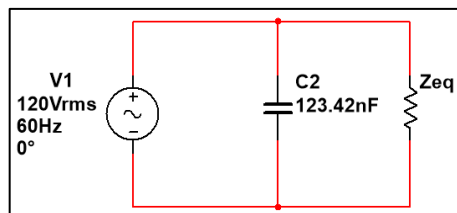
$$X_{C2} = \frac{V^2}{Q_{C2}} = \frac{120^2}{0,67} = 21\,492,54 \, \Omega$$

Haciendo uso nuevamente de la ecuación 13:

$$C = \frac{1}{2\pi(f)(X_{C2})} = \frac{1}{2\pi(60)(21\,492,54)} = 123,42 \, nF$$

Finalmente, en la figura 55, se representará el circuito RLC como una impedancia equivalente a la cual se conectará el capacitor de compensación para mejorar el factor de potencia en la impedancia.

Figura 55. **Ejercicio 3.2.1.4**



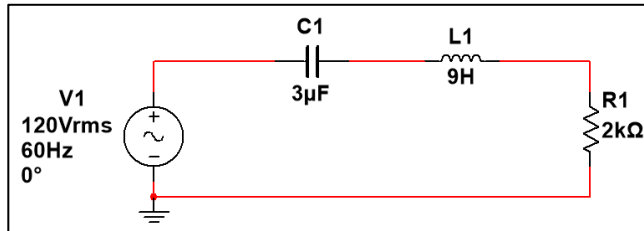
Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Práctica de laboratorio virtual

Haciendo uso de una herramienta de simulación de circuitos, determine la potencia en cada uno de los elementos del circuito de la figura 56 y complete las tablas VI y VII, con los valores requeridos.

Para la simulación del circuito se recomienda utilizar la plataforma MultiSim; sin embargo, queda a criterio de cada quien la herramienta a utilizar.

Figura 56. Laboratorio circuito RLC



Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Registro de reactancias

Reactancia	Magnitud (Ω)
Capacitiva	
Inductiva	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Registro de las potencias individuales

Elemento	Potencia		Dimensional
	Real	Imaginaria	
Resistencia			
Inductor			
Capacitor			

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente apartado adjunte la imagen de la simulación de su circuito, donde se puedan ver claramente los elementos y variables que midió con su multímetro para la resolución de los incisos previos.

Figura 57. **Ficha técnica 2**

- Con sus propias palabras explique si el principio de la ley de voltajes de Kirchhoff se cumple para dicho circuito, ¿Sí? ¿No? ¿Por qué?

- Concluya con base en los valores de potencia obtenida el comportamiento de los elementos del circuito RLC. ¿Qué papel cumple cada uno de ellos? ¿Qué sucedería si aumentara o disminuyera el valor de cada uno de ellos?

- Una vez determinadas las potencias individuales, hacer uso del triángulo de potencias para determinar el factor de potencia. Si el factor de potencia fuese menor a 0,9, determinar el valor del capacitor de compensación para lograr obtener el factor de potencia descrito anteriormente. Complete la tabla VIII, con los valores encontrados respecto al capacitor de compensación.

Tabla VIII. Registro de ángulo y factor de potencia

Variable	Magnitud
Angulo f.p. < 0,9	
F.P < 0,9	
Angulo f.p. >= 0,9	
F.P >= 0,9	

Continuación de la figura 57.

- Concluya qué relación hay entre el ángulo y el factor de potencia, para ello analícelo haciendo uso del triángulo de potencia; de esa manera podrá relacionar todos los elementos que se ven involucrados.

- Si fuese necesario, indique en la tabla IX el valor del capacitor que se requiere para la corrección del factor de potencia, y registre si el capacitor cumple la función de aportar potencia o consumirla, y el tipo de potencia que se ve afectada.

Tabla IX. **Registro de las características del capacitor de compensación**

Potencia	Consumida	Aparente		Aportada	Aparente	
		Real			Real	
		Reactiva			Reactiva	
Capacitancia						

- Finalmente, represente su circuito inicial como una impedancia equivalente, y si usted requirió del uso de un capacitor de compensación, conéctelo a su impedancia de la forma correcta y adjunte su circuito en el espacio siguiente.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Principio de funcionamiento de motor AC monofásico

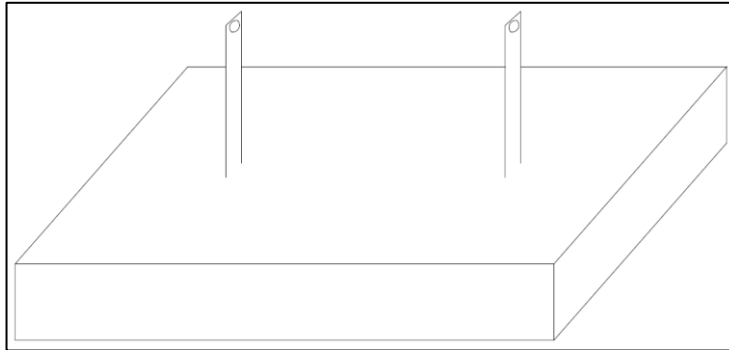
A continuación, se realizará un ejercicio práctico para demostrar el principio de funcionamiento de un motor de corriente alterna.

3.3.1. Práctica de laboratorio

- Materiales y herramientas
 - Un transformador reductor de 120/12 VAC
 - Alambre esmaltado calibre 18
 - Corta alambre
 - Pinza
 - Masking tape
 - 2 ganchos fastener
 - 1 plancha de duroport de 15 x 15 cms
 - 1 pedazo de lija fina para metal
 - Imanes permanentes
 - Encendedor
 - Lagartos de conexión

- Procedimiento
 - Desarmar los ganchos fastener y utilizar el tope del gancho para insertarlo en la plancha de duroport, como se ve en la figura 58.

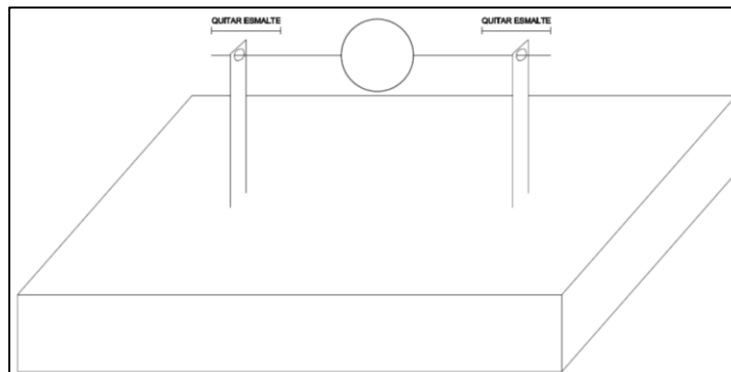
Figura 58. **Laboratorio 3.1**



Fuente: elaboración propia.

- Crear una bobina cuyo tamaño depende de la separación entre los dos topes, como se observa en la figura 59. Aplicar fuego con el encendedor a la sección de la bobina acotada. Luego de haber aplicado fuego, pasar la lija en esa misma sección y verificar que el recubrimiento de esmalte haya sido quitado por completo.

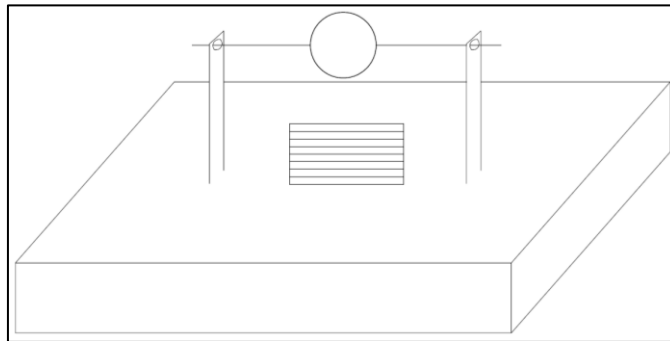
Figura 59. **Laboratorio 3.2**



Fuente: elaboración propia

- Colocar los imanes permanentes en la parte inferior, alineados con los topes, como se observa en la figura 60.

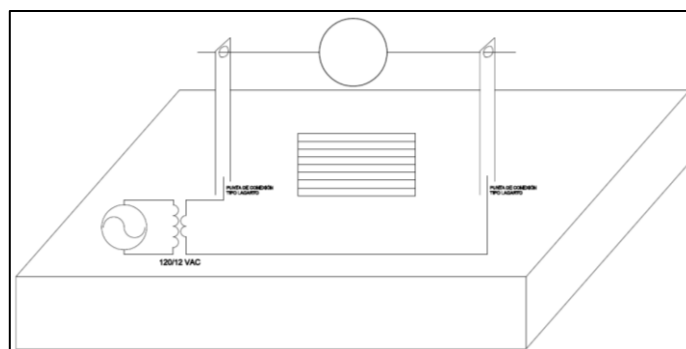
Figura 60. **Laboratorio 3.3**



Fuente: elaboración propia.

- Conectar el lado primario del transformador a 120 VAC, el lado secundario deberá ser conectado a los topes tal y como se muestra en la figura 61.

Figura 61. **Laboratorio 3.4**



Fuente: elaboración propia.

- Resultados

Haciendo uso de la figura 61, dibuje en el siguiente espacio los flujos de campos magnéticos que se ven involucrados para dicho arreglo, en un instante de tiempo n .

Figura 62. **Ficha técnica 3**

<ul style="list-style-type: none">• Con base en el comportamiento observado de su maqueta, y a su análisis previo de los flujos magnéticos involucrados, explique el principio de funcionamiento de un motor eléctrico monofásico. <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
--

Fuente: elaboración propia.

3.4. Arranque estrella-delta

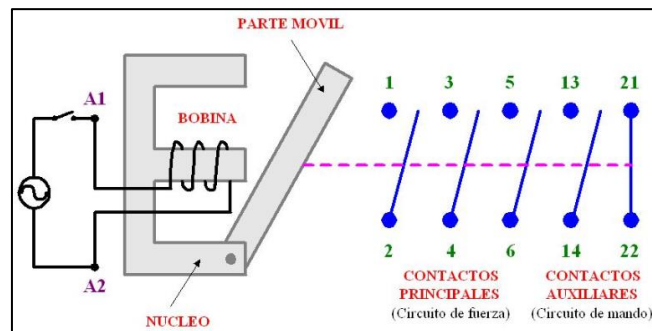
Para efecto de poner en práctica lo aprendido respecto a transformadores trifásicos realice lo que se le solicita a continuación.

3.4.1. Simulación

Haciendo uso de la herramienta de diseño de circuitos de control CAdE_SIMU, realice un circuito de arranque y frenado de un motor conectado en estrella, con un retardo al arranque de 5 segundos.

Debido a la alta demanda de corriente que los motores pueden llegar a tener, se hará uso de un elemento de control llamado contactor, que no es más que un juego de interruptores cuyo estado depende de la presencia o ausencia de corriente eléctrica a través de una bobina, que es la que cumple la función de modificar el estado de los interruptores. Su diagrama equivalente puede ser observado en la figura 63.

Figura 63. **Diagrama equivalente del contactor**

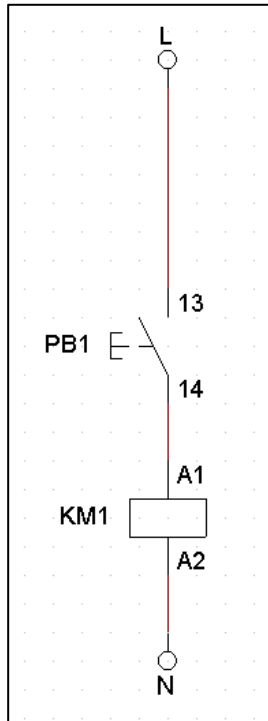


Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú. *Diagrama equivalente del contactor.*

<https://www.uni.edu.pe/>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

- Procedimiento
 - Para pasar de un estado de reposo a marcha, es necesario tener un elemento dentro del circuito de control que permita la llegada de la alimentación hacia la bobina del contactor. Por ello se implementará el arranque haciendo uso de un pulsador de tipo normalmente abierto (NO).

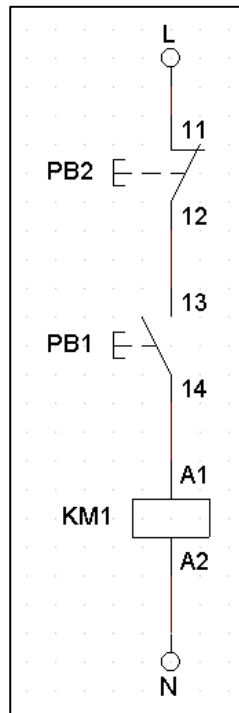
Figura 64. Laboratorio 4.1



Fuente: elaboración propia

- Ya que se posee un elemento de arranque, se procederá a agregar un elemento de frenado o paro, para ello se hará uso de un contacto opuesto al de arranque, que será de tipo normalmente cerrado (NC).

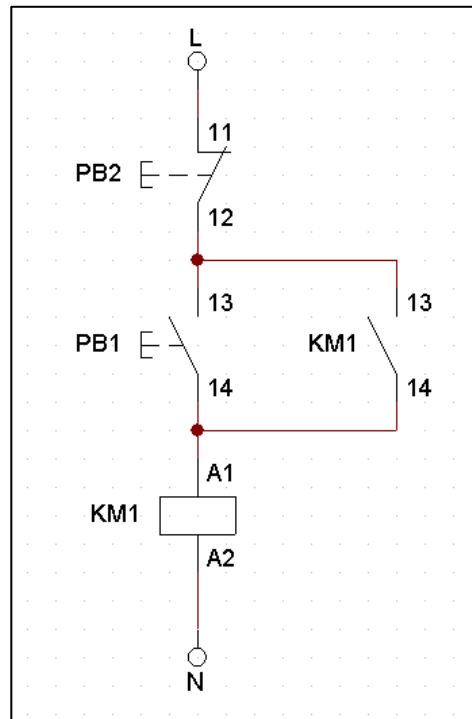
Figura 65. **Laboratorio 4.2**



Fuente: elaboración propia.

- El circuito armado previamente no posee un ciclo de funcionamiento que permita un trabajo constante, únicamente funciona mientras el pulsador de arranque permanece presionado, lo cual lo convierte en un circuito poco funcional; por ello se agregará un tercer elemento que permita que el contactor no se desaccione al soltar el pulsador de arranque. Como este elemento debe ser dependiente del contactor, se utiliza uno de los contactos propios del contactor que pertenecen al grupo de contactos auxiliares, que no se deben confundir con los contactos de fuerza, ambos pertenecen al contactor pero cumplen funciones diferentes.

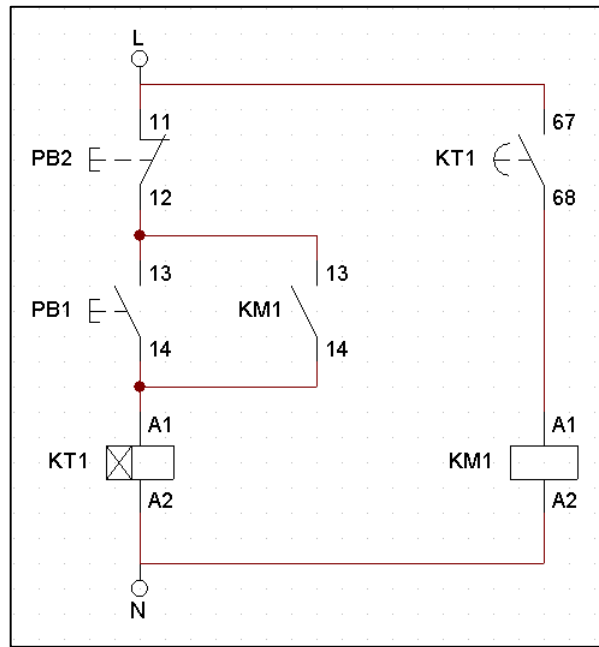
Figura 66. Laboratorio 4.3



Fuente: elaboración propia.

- Ya que se logra el accionamiento de un contactor general, se sustituirá por un contactor con temporizador que servirá para retrasar el arranque el tiempo que se le programe. Se usará un contacto normalmente abierto del contactor con temporizador para accionar el contactor general.

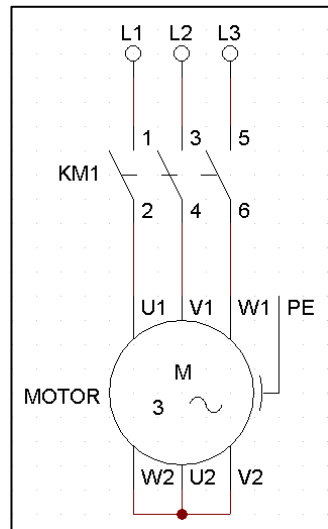
Figura 67. Laboratorio 4.4



Fuente: elaboración propia

- Ya que se posee el circuito de control, es necesario realizar el circuito de potencia que manejará la alimentación del motor. Estos contactos están físicamente ubicados en el contactor general, son llamados contactos principales o contactos de fuerza, como se menciona en la figura 60.

Figura 68. **Laboratorio 4.5**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2. **Práctica de laboratorio**

Haciendo uso de la herramienta de diseño de circuitos de control CADe_SIMU, realice un circuito que permita el arranque de un motor en estrella y luego de un minuto cambie a una conexión en delta. Además, coloque un elemento de paro que permita el frenado del motor en cualquier momento. En el siguiente espacio adjunte el circuito realizado en CADe_SIMU.

Haciendo uso del circuito elaborado en el simulador, utilice los elementos disponibles en su laboratorio para hacer las conexiones correspondientes.

Encienda el circuito, una vez haya verificado que el funcionamiento corresponde al funcionamiento previsto en su simulación, obtenga los siguientes datos:

- Caída de potencial en las tres bobinas del motor mientras el motor se encuentra en la conexión en estrella, anótelas en la tabla X.
- Corriente que fluye por las tres bobinas del motor mientras el motor se encuentra en la conexión en estrella, anótelas en la tabla X.
- Caída de potencial en las tres bobinas del motor mientras el motor se encuentra en la conexión en delta, anótelas en la tabla X.
- Corriente que fluye por las tres bobinas del motor mientras el motor se encuentra en la conexión en delta, anótelas en la tabla X.

Figura 69. **Ficha técnica 4**

Registro de voltajes y corrientes en conexión estrella- delta		
	Conexión estrella	Conexión delta
Voltaje fase A		
Voltaje fase B		
Voltaje fase C		
Corriente fase A		
Corriente fase B		
Corriente fase C		

- Con base en el comportamiento observado del motor durante el ciclo estrella-delta y de los datos obtenidos en la tabla X, describa las ventajas y desventajas que se obtienen en una conexión estrella y en una conexión delta.

- Núcleo férrico con un diámetro no menor a 2 pulgadas de diámetro. Puede usarse un tornillo o cualquier trozo férrico que no sea hueco en su centro.
- 1 metro de cable paralelo calibre 14.
- 1 espiga.
- 1 led blanco.
- 1 metro de estaño.
- Pedazo de lija de cualquier tipo.
- Cinta de aislar y masking tape.
- Corta alambre.
- Molde cilíndrico para embobinar, no menor a 2 pulgadas de diámetro.
- Procedimiento
 - Tome el molde cilíndrico y deje una punta de alambre esmaltado de unos 10 cms, esta le servirá como uno de los extremos donde colocara el led.
 - Coloque una capa de papel o algún material que pueda ser removido y le permita deslizar la bobina al finalizar el embobinado,

pues de omitir este paso la bobina se ajustará al molde y le será más complicada su extracción.

- Colóquele masking tape o cinta de aislar para fijar la punta de inicio y poder empezar a realizar el embobinado sin que éste pierda tensión.
- Realice el embobinado sin olvidar que las espiras deben quedar totalmente paralelas sin dejar espacios entre ellas.
- Para no perder la forma y la tensión del embobinado puede ir colocando maskin tape o cinta encima de las bobinas para que estas permanezcan en su lugar.
- Coloque como mínimo 20 vueltas a la bobina sin olvidar que debe dejar otros 10 cms aproximadamente para la punta de finalización.
- Al terminar coloque un poco de cinta para mantener todas las espiras en su lugar y luego extraiga la bobina del molde. Observe el ejemplo de la figura 70.

Figura 70. **Laboratorio 5.1**



Fuente: Mis mercados. Fabricantes de máquinas. <https://www.es.made-in-china.com/>.
consulta: 3 de mayo de 2019.

- Exponga unos 5 cms de alambre de ambos extremos a la llama del encendedor con la finalidad de derretir el esmalte y poder quitar la capa de aislamiento.
- Lije los extremos de tal forma que termine de quitar por completo el esmalte a las puntas de la bobina.
- Conecte su caufín y espere a que caliente, tenga cuidado con el mismo sino puede quemarse.
- Coloque un poco de estaño con el caufín a las puntas de la bobina que ya fueron expuestas, notará que la punta empieza adquirir el color del estaño. Observe el ejemplo de la figura 71.

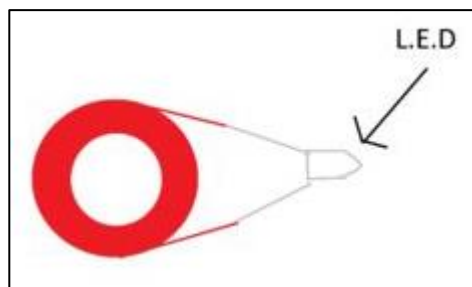
Figura 71. **Laboratorio 5.2**



Fuente: Mercado libre. *Categorías populares*. <https://www.mercadolibre.com/>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

- Coloque las patitas del led, una en cada punta, y fíjelas al alambre de cobre con un punto de soldadura de estaño. No importa en qué sentido coloque el led.
- Espere a que enfrié y verifique que la soldadura sea la correcta. Observe el ejemplo de la figura 72.

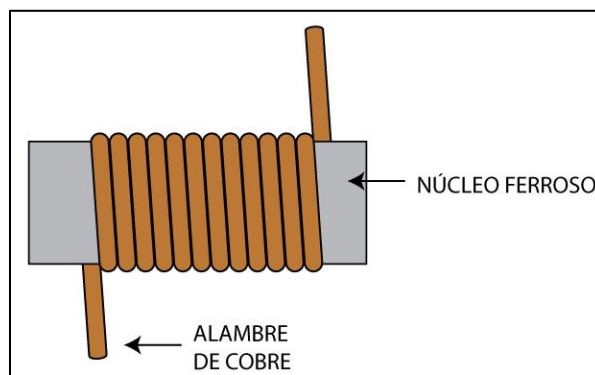
Figura 72. **Laboratorio 5.3**



Fuente: Taringa! *Inteligencia colectiva*. <https://taringa.net>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

- Una vez haya terminado de realizar su bobina procederá a repetir el procedimiento, pero esta vez usará el núcleo férreo, y no este no será removido. A éste elemento le llamaremos solenoide. Observe el ejemplo de la figura 73.

Figura 73. **Laboratorio 5.4**



Fuente: Electrónica fácil. *Circuitos y esquemas electrónicos*. <https://www.electronicafacil.net/>.

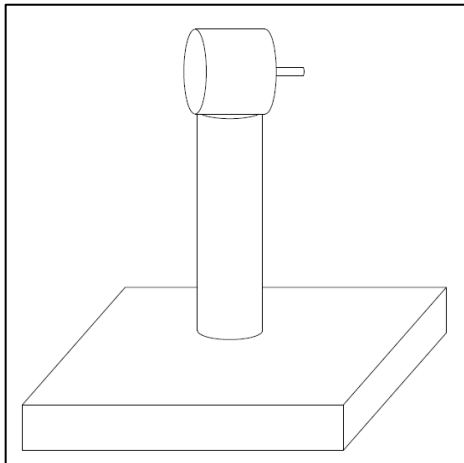
Consulta: 3 de mayo de 2019.

- A los extremos del solenoide, previamente lijados y estañados, soldará el cable paralelo y colocará la espiga, de tal forma que pueda ser conectado a un tomacorriente.
- No olvide aislar adecuadamente los puntos de soldadura, previniendo así un cortocircuito.
- Finalmente, conecte su solenoide a una toma de corriente reducida que le será brindada por su instructor, en la cual podrá obtener voltajes reducidos de 3, 9, 12 y 24 VAC. Introduzca dentro del solenoide la bobina a la cual le soldó el led, observe el fenómeno y prepare sus conclusiones.

- 1 motor o dinamo. Pueden obtenerlos de chatarra de impresoras.
- 1 tubo cilíndrico de material resistente para utilizar como soporte del motor, de un mínimo de 30cms de alto.
- 1 mina de lapicero bic, de preferencia que ya no sirva.
- 1 taparosca de cualquier botella desechable.
- 1 super glue.
- 1 bolsa pequeña de bicarbonato.
- 1 disco inservible.
- 1 encendedor.
- 1 pistola de silicón.
- 1 base cuadrada o rectangular de cualquier material resistente para usar de base y montar el prototipo.
- 1 metro de cable para bocina.
- 1 led blanco.
- 2 paletas de madera.
- 1 metro de estaño.

- 1 secadora de pelo
- Procedimiento
 - Tome la base y asegure con pegamento o silicón el tubo cilíndrico.
 - Asegure el motor o dinamo con pegamento al tubo cilíndrico, de tal forma que obtenga una estructura como la de la figura 75.

Figura 75. **Laboratorio 6.1**



Fuente: elaboración propia.

- Dependiendo de los materiales que logró obtener podrá realizar el ajuste de la hélice de dos formas distintas:
 - Con ventilador de computadora: extraiga la hélice del ventilador de computadora sin dañarlo. El ventilador tiene un orificio en el centro, encaje ese orificio con el eje del

motor o dinamo y aseguro de tal forma que se muevan conjuntamente. Puede observar un ejemplo en la figura 76.

- Con disco: si el eje de su motor o dinamo es muy corto, utilice la lámina de lapicero bic para extender su longitud. Para ello corte el pedazo que considere adecuado y aplique un poco de calor en el extremo para que la punta se dilate un poco y pueda entrar sin problema en el eje del motor. Tome la taparrosca y realice un agujero del tamaño del eje del motor en el centro de la misma, y utilice pegamento para adherirlo, o bien puede hacer uso de *superglue* y bicarbonato para fijar el eje a la tapadera. Tome el disco y divídalo en partes iguales, como mínimo cuatro. Realice un corte desde el extremo externo hasta el inicio del círculo pequeño del disco, luego haciendo uso de un encendedor o una vela, aplique calor al disco y haga un doblez leve en cada una de las hélices obtenidas. Obtendrá algo similar a lo que se puede observar en la figura 77. Finalmente, pegue el disco a la taparrosca para que se mueva junto con el eje del motor o dinamo.

Figura 76. **Laboratorio 6.2**



Fuente: WordPress. *Energía eólica*. <https://www.templatemonster.com/es/categoria/energia-eolica-temas-wordpress/>. Consulta: 11 de mayo de 2019.

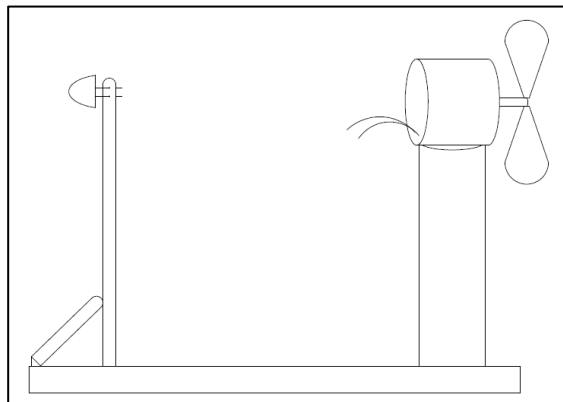
Figura 77. **Laboratorio 6.3**



Fuente: Taringa! *Inteligencia colectiva*. <https://taringa.net>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

- Una vez, la hélice y el eje del motor se muevan conjuntamente, tome las paletas y diseñe con ellas un poste en el cual colocará el led, similar al ejemplo de la figura 78.

Figura 78. **Laboratorio 6.4**



Fuente: elaboración propia.

- Haciendo uso del cable de bocina, una las puntas que salen del motor con las terminales del led, para ello haga uso del caudín que le será proporcionado en el laboratorio y realice una soldadura con estaño.
- Conecte la secadora de pelo, colóquela en la velocidad más baja y apunte hacia la hélice. Asegúrese que el aire que sale de la secadora es de la menor temperatura posible, para no dilatar los dobleces del disco realizados previamente.
- Haga variar la cantidad de aire que golpea la hélice, de éste modo podrá obtener que la hélice gire a diferentes velocidades. Observe

4. HOJAS DE TRABAJO Y EVALUACIONES

4.1. Corriente directa y alterna

Para poner en práctica lo aprendido realice lo que se le solicita a continuación.

4.1.1. Ejercicio propuesto

A partir de una plataforma de simulación de circuitos, por ejemplo, multisim, tome una fuente de voltaje alterno (VAC) y una fuente de voltaje directo (VDC). Posterior a ello, tome el elemento llamado osciloscopio que le permitirá ver el comportamiento de cada una de las fuentes respecto al tiempo en una pantalla dividida en forma de plano cartesiano.

Haciendo uso del plano cartesiano, grafique la corriente directa y la corriente alterna en 2 planos distintos, en un instante dado. Identifique en cada uno de los planos las partes más importantes de cada gráfica.

Habiendo identificado todas las partes de las gráficas, realice una tabla comparativa entre ambas, resaltando las diferencias entre sus características.

Explique cada una de las características que identificó en ambas gráficas, concluya las ventajas y desventajas que presenta cada tipo de corriente, y finalmente proponga 3 ejemplos de aplicación para cada una.

4.1.2. Cuestionario

- ¿Cuál es el tipo de corriente cuya magnitud varía respecto al tiempo?
- ¿Cuál es el tipo de corriente cuya polaridad es variante respecto al tiempo?
- ¿Cuántos segundos dura un ciclo de corriente alterna para el sistema eléctrico guatemalteco?
- ¿Cuál es el tipo de corriente cuya magnitud es constante respecto al tiempo?
- ¿Cuál es el tipo de corriente cuya polaridad es constante respecto al tiempo?
- ¿Cuál es la frecuencia con la que cambia su polaridad la corriente alterna en Guatemala?
- ¿Qué es el voltaje pico?
- ¿Qué es el voltaje instantáneo?
- ¿Qué es el voltaje eficaz?
- ¿Las fuentes de corriente directa son siempre positivas? Argumente su respuesta.

- ¿Qué tipo de corriente es mayormente usada en los sistemas eléctricos de potencia?
- ¿Qué tipo de corriente es mayormente usada en los sistemas de control?
- ¿Qué beneficios ofrece la corriente directa?
- ¿Qué beneficios ofrece la corriente alterna?
- ¿Qué desventajas ofrece la corriente alterna?
- ¿Qué desventajas ofrece la corriente directa?
- ¿Qué tipo de corriente hay en un tomacorriente?

4.2. Corriente, voltaje y resistencia

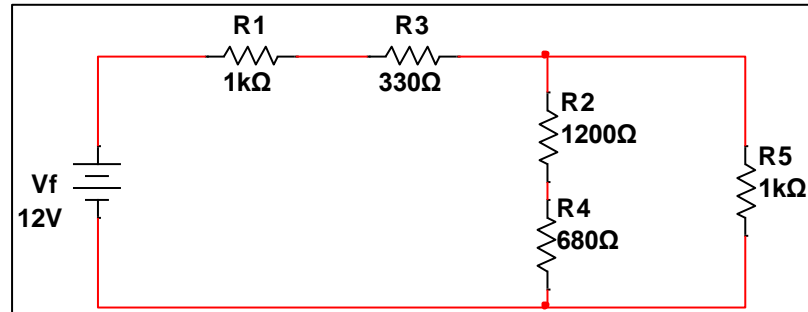
Para poner en práctica lo aprendido realice lo que se le solicita a continuación.

4.2.1. Ejercicio propuesto

- Identifique la corriente que pasa a través de un conductor si se sabe que en 1 hora atravesaron un total de un millón de coulombs.
- Si para lograr el movimiento de 20 cargas (coulombs), de un punto a hacia un punto b de un conductor se emplearon 100 joules. ¿Cuál es el voltaje que necesita ser aplicado en el conductor?

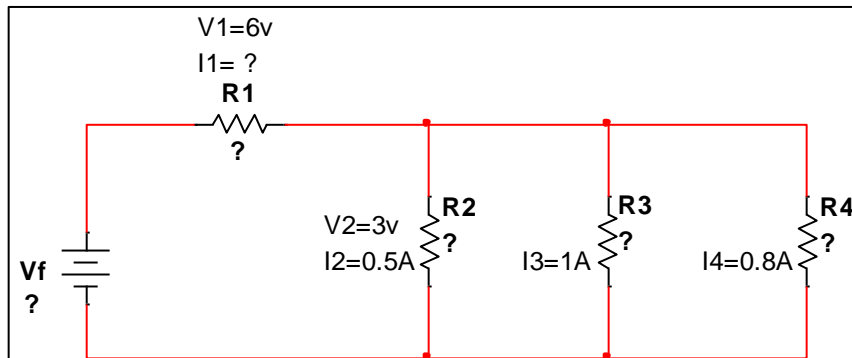
- Si se sabe que la resistividad del cobre es de $1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$, y queremos obtener una resistencia de $0,5 \Omega$ haciendo uso de un conductor de cobre de $0,25 m^2$ de área transversal. ¿Cuál es la longitud que debe tener el cable?
- Si posee un arreglo de 3 resistencias de 10Ω conectadas entre sí en paralelo y les conecta una batería de 9 voltios. ¿Cuál es la corriente que atraviesa cada resistencia y la corriente total proporcionada por la batería? ¿Cuál es el voltaje en cada resistencia? ¿Cuál es el valor de la resistencia equivalente?
- Si posee un arreglo de 3 resistencias de 10Ω conectadas entre sí en serie y les conecta una batería de 9 voltios. ¿Cuál es la corriente que atraviesa cada resistencia y la corriente total proporcionada por la batería? ¿Cuál es el voltaje en cada resistencia? ¿Cuál es el valor de la resistencia equivalente?
- Para el circuito de la figura 80, determine la magnitud del voltaje y corriente en cada uno de los elementos resistivos.
- Para el circuito de la figura 81, determine la magnitud de la fuente de voltaje y la magnitud de cada uno de los elementos resistivos.

Figura 80. **Ejercicio 4.2.1-6**



Fuente: elaboración propia.

Figura 81. **Ejercicio 4.2.1-7**



Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Cuestionario

- ¿Qué es la corriente?
- ¿Qué es el voltaje?
- ¿Qué es la resistencia?

- ¿Qué ecuación representa matemáticamente a la corriente?
- ¿Qué ecuación representa matemáticamente al voltaje?
- ¿Qué ecuación representa matemáticamente a la resistencia?
- ¿La relación entre corriente y voltaje según la ley de ohm es directamente proporcional o inversamente proporcional?
- ¿La relación entre corriente y voltaje según la ley de ohm es directamente proporcional o inversamente proporcional?
- ¿La relación entre corriente y la resistencia según la ley de ohm es directamente proporcional o inversamente proporcional?
- ¿Qué sucede con la corriente de un circuito, si la fuente de voltaje permanece constante, pero se da un aumento en el valor de la resistencia del circuito?
- ¿Qué sucede con el voltaje en un circuito, si mantenemos constante la corriente, mientras realizamos una disminución de la resistencia del circuito?
- ¿Qué sucede con la resistencia de un conductor si aumento la longitud del mismo?
- ¿Qué sucede con la resistencia de un conductor si aumento el área transversal del mismo?

- ¿La resistencia de un material es directamente o inversamente proporcional a la resistividad del mismo?
- ¿Cómo se comporta el voltaje en dos elementos conectados en paralelo?
- ¿Cómo se comporta el voltaje en dos elementos conectados en serie?
- ¿Cómo se comporta la corriente en dos elementos conectados en paralelo?
- ¿Cómo se comporta la corriente en dos elementos conectados en serie?
- ¿Qué sucede con la magnitud de la resistencia si conecto dos elementos resistivos en paralelo?
- ¿Qué sucede con la magnitud de la resistencia si conecto dos elementos resistivos en serie?

4.3. Impedancia y fasores

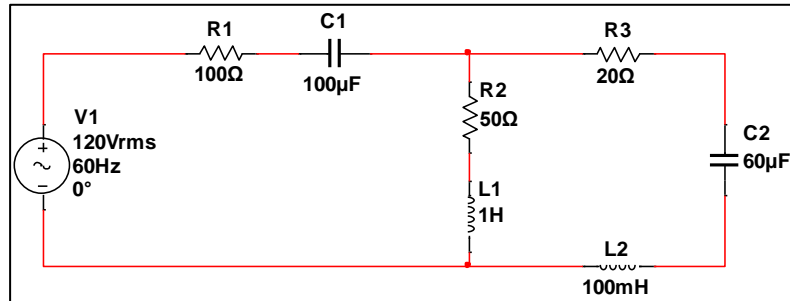
Para poner en práctica lo aprendido realice lo que se le solicita a continuación.

4.3.1. Ejercicio propuesto

- Calcule el valor de la reactancia capacitiva para los siguientes valores de capacitancia, tomando en cuenta las características de VAC en el sistema eléctrico de Guatemala: a) 10 pF b) 10 nF c) 10 μ F d) 10 F.

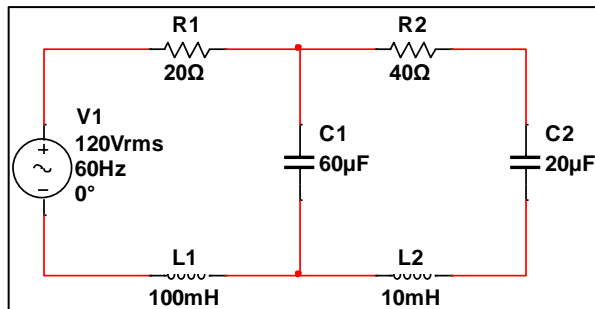
- Calcule el valor de la reactancia inductiva para los siguientes valores de inductancia, tomando en cuenta las características de VAC en el sistema eléctrico de Guatemala: a) 10 H b) 10 nH c) 10 μ H d) 10 H.
- Calcule el valor de la impedancia para los siguientes valores de resistencia, inductancia y capacitancia, tomando en cuenta las características de VAC en el sistema eléctrico de Guatemala: a) $R=5\Omega$ & $L=10\text{mH}$ b) $R=5\Omega$ & $C=10\text{ nF}$ c) $C=10\mu\text{ F}$ & $L=2\text{ H}$ d) $L=3\text{ H}$ & $C=100\mu\text{ F}$ & $R=200\Omega$.
- Determine la magnitud y ángulo de la impedancia, si se cuenta con una resistencia total de 300Ω y una reactancia total de 50Ω con predominio inductivo.
- Represente de forma fasorial las siguientes impedancias: a) $(20+j36)\Omega$ b) $(2+j6)\Omega$ c) $(12-j5)\Omega$ d) $(15-j12)\Omega$.
- Determine el valor de la impedancia equivalente del circuito de la figura 82. De su respuesta en forma rectangular y en forma fasorial.
- A partir del circuito de la figura 83, determine la magnitud y ángulo de la corriente suministrada por la fuente.

Figura 82. Ejercicio 4.3.1-6



Fuente: elaboración propia.

Figura 83. Ejercicio 4.3.1-7



Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Cuestionario

- Con sus propias palabras defina: ¿qué es la capacitancia?
- ¿A qué se debe el fenómeno capacitivo?
- Haciendo uso de sus propias palabras defina: ¿qué es la inductancia?

- ¿A qué se debe el fenómeno inductivo?
- Explique con sus propias palabras: ¿qué es la impedancia?
- ¿Cómo se comporta la corriente respecto al voltaje cuando un circuito es mayormente inductivo?
- ¿Cuál es el comportamiento de la corriente respecto al voltaje cuando un circuito es mayormente capacitivo?
- Defina con sus propias, ¿qué es un fasor?, y, ¿cuál es su importancia en el análisis de los fenómenos electromagnéticos?
- Si se tiene un circuito puramente resistivo, ¿cuál es el comportamiento de la corriente respecto al voltaje?
- Cuando un circuito es puramente inductivo, ¿cuál es el ángulo del fasor de la impedancia resultante?
- ¿Cuál es el ángulo del fasor resultante de una impedancia puramente capacitiva?

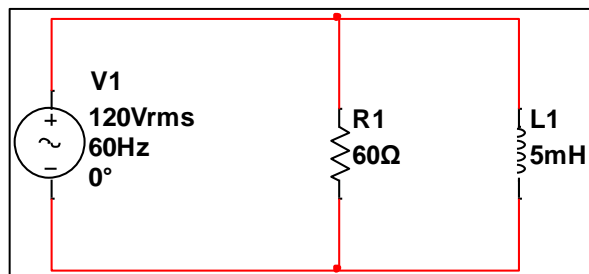
4.4. Potencia en AC

Para poner en práctica lo aprendido realice lo que se le solicita a continuación.

4.4.1. Ejercicio propuesto

- Determine el valor de la potencia activa, reactiva y aparente del circuito de la figura 84. Dibuje el triángulo de potencias respectivo.

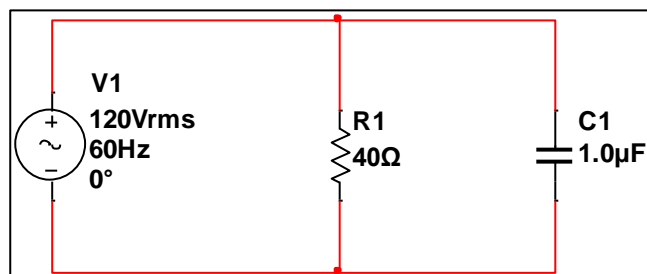
Figura 84. **Ejercicio 4.4.1-1**



Fuente: elaboración propia.

- Calcule el valor de la potencia activa, reactiva y aparente del circuito de la figura 85. Dibuje el triángulo de potencias respectivo.

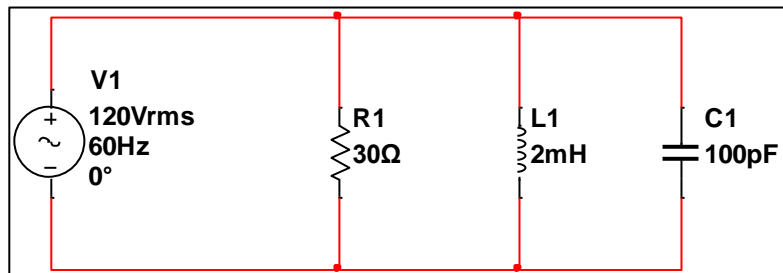
Figura 85. **Ejercicio 4.4.1-2**



Fuente: elaboración propia.

- Obtenga el valor de la potencia activa, reactiva y aparente del circuito de la figura 86. Dibuje el triángulo de potencias respectivo.

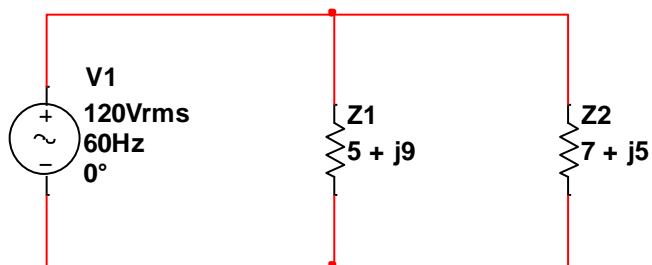
Figura 86. **Ejercicio 4.4.1-3**



Fuente: elaboración propia.

- Resuelva para el valor de la potencia activa, reactiva y aparente del circuito de la figura 87. Determine la capacidad a conectar en paralelo para mejorar el factor de potencia a 0,9 en atraso.

Figura 87. **Ejercicio 4.4.1-4**

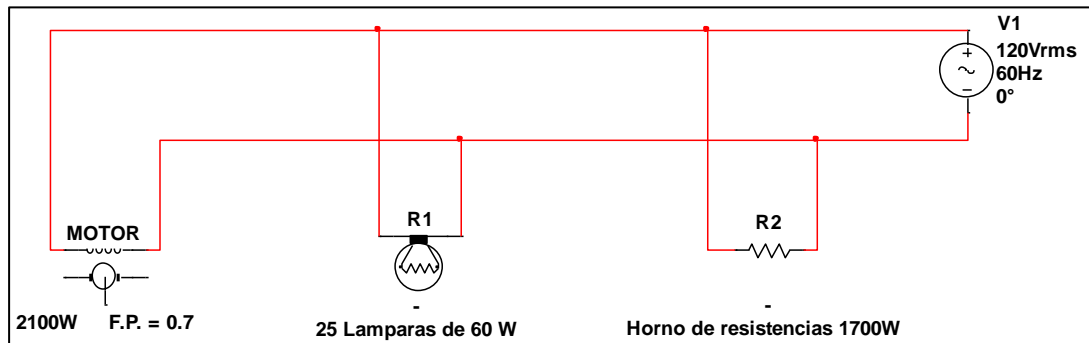


Fuente: elaboración propia

- El circuito monofásico de la figura 88, posee diferentes tipos de cargas. Determine el valor de la potencia activa, reactiva, aparente y calcule el

capacitor que es necesario para obtener un factor de potencia de 0,9 en atraso.

Figura 88. Ejercicio 4.4.1-5



Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Cuestionario

- ¿Qué es la potencia eléctrica?
- ¿A qué le llamamos potencia activa?
- ¿A qué le llamamos potencia reactiva?
- ¿Cuál es la dimensional que se utiliza para medir la potencia activa?
- ¿A qué le llamamos potencia aparente?
- ¿Cuál es la dimensional que se utiliza para medir la potencia reactiva?
- ¿Cuál es la dimensional que se utiliza para medir la potencia aparente?

- ¿Es la potencia eléctrica lo mismo que la energía eléctrica? Justifique su respuesta.
- ¿Si un elemento eléctrico consume únicamente potencia activa es de tipo inductivo, capacitivo o resistivo? Justifique su respuesta.
- ¿Si un elemento eléctrico consume únicamente potencia reactiva es de tipo inductivo, capacitivo o resistivo? Justifique su respuesta.
- ¿Qué tipo de potencia consume una resistencia?
- ¿Qué tipo de potencia consume una bobina?
- ¿Cuál es la funcionalidad de los elementos capacitivos en sistema eléctrico de potencia?
- ¿En un circuito de corriente alterna siempre existen 3 tipos de corriente? Justifique su respuesta.
- ¿Qué valores puede tomar el factor de potencia?
- ¿Qué significa tener un factor de potencia en atraso?
- ¿Qué significa tener un factor de potencia en adelanto?
- ¿Cuál es el factor de potencia mínimo admisible?
- ¿Cómo puedo corregir el factor de potencia?

- ¿Por qué debo corregir mi factor de potencia?
- ¿Cuál es el factor de potencia ideal?
- ¿Qué significa que el factor de potencia sea menor a la unidad?
- ¿Puede el factor de potencia ser mayor a la unidad?
- ¿Cómo es el factor de potencia para una carga inductiva?
- ¿Cómo es el factor de potencia para una carga capacitiva?
- ¿Cómo es el factor de potencia para una carga resistiva?

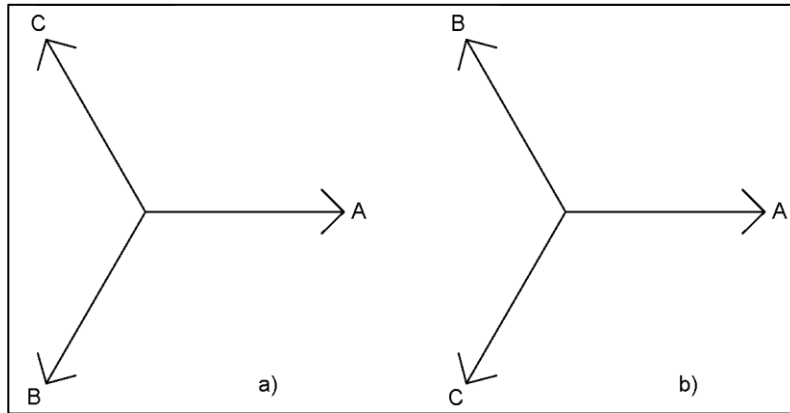
4.5. Sistemas trifásicos

Para poner en práctica lo aprendido realice lo que se le solicita a continuación.

4.5.1. Ejercicio propuesto

- A partir de la figura 89, determine la secuencia de rotación de los vectores (positiva, negativa) para ambos incisos; luego, reescriba los vectores para formar la configuración en delta, tanto en secuencia positiva, como en secuencia negativa.

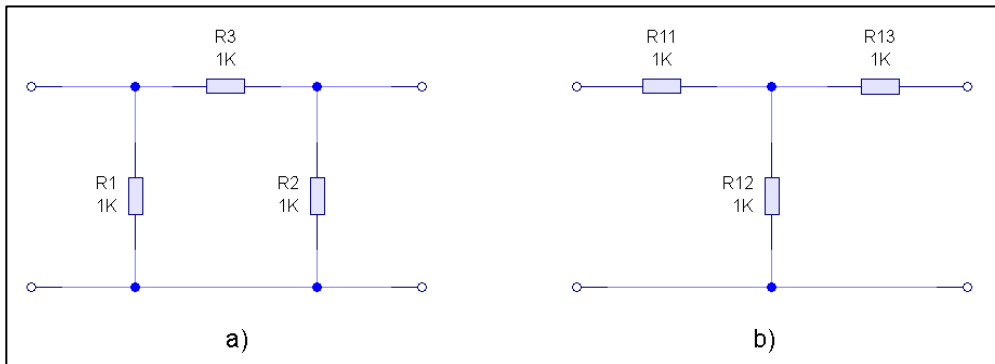
Figura 89. **Ejercicio 4.5.1-1**



Fuente: elaboración propia.

- Haciendo uso de la configuración de la carga trifásica en delta de la figura 90 (a), obtenga la carga equivalente en estrella.
- Empleando la configuración de la carga trifásica en estrella de la figura 90 (b), obtenga la carga equivalente en delta.

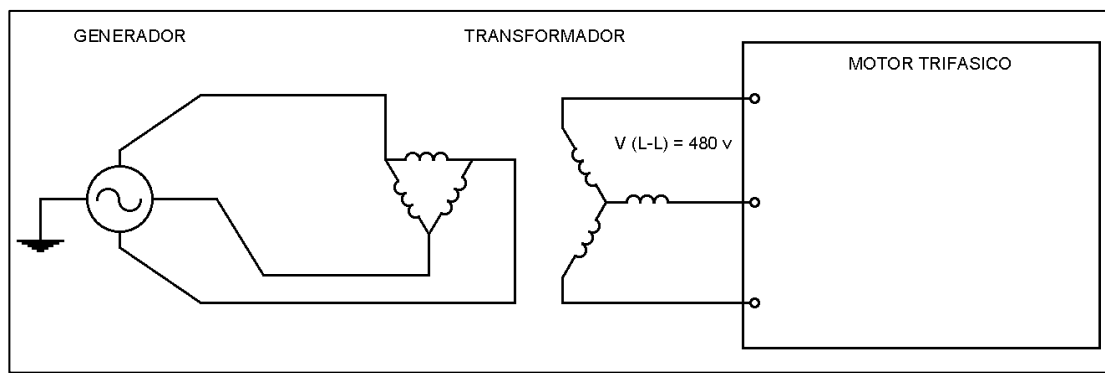
Figura 90. **Ejercicio 4.5.1-2/3**



Fuente: elaboración propia.

- Tomando en cuenta la instalación propuesta en la figura 91, determine si el motor trifásico debe ser conectada en delta o en estrella, sabiendo que su placa característica indica que su voltaje nominal es de 277v. Justifique su respuesta con los cálculos necesarios.

Figura 91. **Ejercicio 4.5.1-4**



Fuente: elaboración propia.

4.5.2. Cuestionario

- ¿Qué es un sistema trifásico?
- ¿Cuál es la diferencia entre un sistema trifásico y uno monofásico?
- ¿Puede construirse un sistema tetrafásico o pentafásico?
- ¿Cómo se generan las ondas trifásicas?
- ¿Cuál es el ángulo de desfase entre cada fase en un sistema trifásico?

- ¿Cuáles son las ventajas de un sistema trifásico?
- ¿Cuáles son las desventajas de un sistema trifásico?
- ¿Qué es una tensión de fase?
- ¿Qué es una tensión de línea?
- ¿A qué nos referimos cuando hablamos de secuencia de fases?
- ¿Cuál es la secuencia de fase positiva?
- ¿Cuál es la secuencia de fase negativa?
- ¿Qué es un sistema trifásico desbalanceado y como ocurre?
- ¿A qué tipo de secuencia se refiere una secuencia R-S-T?
- ¿A qué tipo de secuencia se refiere una secuencia S-R-T?
- ¿Cuál es el factor numérico que relaciona las corrientes y tensiones de línea con las de fase?
- Explique cómo deben conectarse una carga trifásica para obtener una estrella.
- Explique cómo deben conectarse una carga trifásica para obtener una delta.

- Convierta el sistema trifásico en delta a estrella.
- Convierta el sistema trifásico en estrella a delta.
- ¿Qué tipo de tensiones podemos obtener en las terminales de un sistema delta?
- ¿Qué tipo de tensiones podemos obtener en las terminales de un sistema estrella?
- ¿Cuál es la ventaja de utilizar un sistema en delta?
- ¿Cuál es la ventaja de utilizar un sistema en estrella?

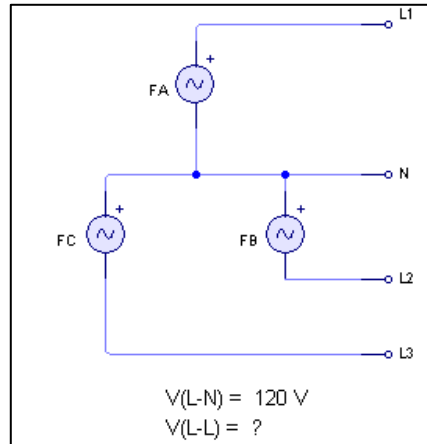
4.6. Transformadores

Para poner en práctica lo aprendido realice lo que se le solicita a continuación.

4.6.1. Ejercicio propuesto

- A partir de la figura 92, determine el voltaje de línea del sistema. Teniendo el valor de los potenciales de línea y de fase, conecte al sistema trifásico a un banco de transformadores trifásico, haciendo uso de todas las configuraciones posibles (Y-Y, Y- Δ , Δ -Y, Δ - Δ) y determine los potenciales de fase y de línea obtenidos en el lado secundario del transformador para cada configuración; deje su resultado en términos de la relación de transformación.

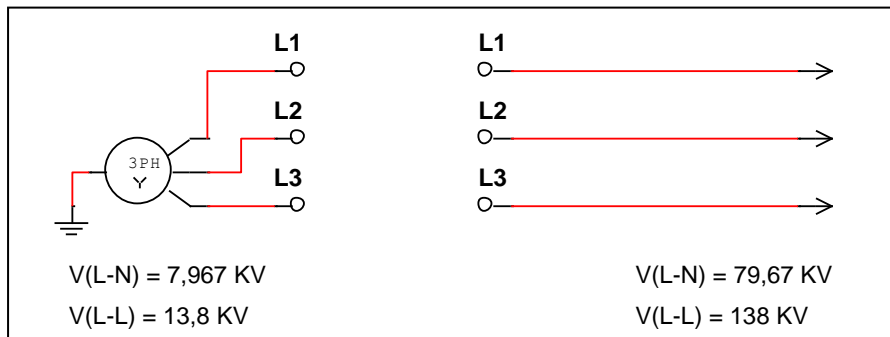
Figura 92. Ejercicio 4.5.1-1



Fuente: elaboración propia.

- A partir de la figura 93, determine qué tipo de transformador es el más conveniente usar (Y-Y, Y- Δ , Δ -Y, Δ - Δ), explique por qué, y determine la relación de transformación necesaria para obtener los voltajes de la línea de transmisión en el lado secundario del transformador.

Figura 93. Ejercicio 4.5.1-2



Fuente: elaboración propia.

4.6.2. Cuestionario

- ¿Qué es un transformador?
- ¿Cómo se traslada la potencia desde el devanado primario hacia el secundario si no existe una conexión física entre ambos?
- ¿Por qué los transformadores usan un núcleo?
- ¿Cómo se compone un banco de transformadores trifásicos?
- ¿Puede construirse un banco de transformadores trifásico con 3 transformadores monofásicos?
- ¿Cuál es la relación de transformación entre primario y secundario en una conexión delta-delta?
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una conexión delta-delta?
- ¿Qué aplicación se le suele dar a una conexión delta-delta?
- ¿Cuál es la relación de transformación entre primario y secundario en una conexión delta-estrella?
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una conexión delta-estrella?
- ¿Qué aplicación se le suele dar a una conexión delta-estrella?

- ¿Cuál es la relación de transformación entre primario y secundario en una conexión estrella-delta?
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una conexión estrella-delta?
- ¿Qué aplicación se le suele dar a una conexión estrella-delta?
- ¿Cuál es la relación de transformación entre primario y secundario en una conexión estrella-estrella?
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una conexión estrella-estrella?
- ¿Qué aplicación se le suele dar a una conexión estrella-estrella?

4.7. Elementos del sistema eléctrico de potencia

Para poner en práctica lo aprendido responda lo que se le solicita a continuación.

4.7.1. Cuestionario

- ¿Cuáles son los principales elementos del sistema eléctrico de potencia?
- ¿Qué es el sistema de generación y que papel cumple?
- ¿Qué es el sistema de transmisión y que papel cumple?

- ¿Qué es el sistema de distribución y que papel cumple?
- Mencione algunas de las principales centrales de generación que conoce y aclare qué tipo de materia prima o principio utilizan para generar.
- ¿Cómo está conformado el sistema de distribución?
- ¿Por qué los sistemas de transmisión elevan el voltaje obtenido del sistema de generación?
- ¿A partir de que voltaje suelen considerarse sistemas de transmisión en Guatemala?
- ¿Cuál es la diferencia entre las subestaciones de transmisión y las de distribución?
- ¿Cuáles son los potenciales de distribución utilizados en Guatemala?
- ¿Cuáles son las tensiones que regularmente podemos obtener de un banco de transformación en el sistema de distribución?

4.8. Centrales eléctricas que emplean derivados del petróleo

Para poner en práctica lo aprendido responda lo que se le solicita a continuación.

4.8.1. Cuestionario

- ¿Cuáles son las centrales más comunes que generan a partir de derivados del petróleo?

- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central a vapor?
- ¿Cuál es la eficiencia total aproximada de una central a vapor?
- ¿Cuáles son las 4 etapas principales del ciclo de vapor?
- ¿Qué papel cumple la caldera dentro del proceso de generación?
- ¿Qué papel cumple la turbina dentro del proceso de generación?
- ¿Qué papel cumple el condensador dentro del proceso de generación?
- ¿Cómo se utiliza el agua durante todo el proceso de generación?
- ¿Cuáles son las principales ventajas de una central a vapor?
- ¿Cuáles son las principales desventajas de una central a vapor?
- ¿Cuáles son los mayores riesgos ecológicos que conlleva la implementación de una central térmica?
- ¿Cuál es la diferencia entre una central de generación de ciclo simple y una de ciclo combinado?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central a gas de ciclo simple?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central a gas de ciclo combinado?

- ¿Cuáles son las principales ventajas de una central a gas?
- ¿Cuáles son las principales desventajas de una central a gas?
- ¿Cuál es la central térmica más eficiente?
- ¿Cuál es la central térmica que genera menos impacto al medio ambiente?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central con motores de combustión interna?
- ¿Qué materia prima se suele usar para llevar a cabo la combustión en una central con motores? ¿Por qué?

4.9. Centrales eléctricas que no emplean derivados del petróleo

Para poner en práctica lo aprendido responda lo que se le solicita a continuación.

4.9.1. Cuestionario

- ¿Cuáles son las centrales más comunes que generan sin usar derivados del petróleo?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central hidroeléctrica? Explique.
- ¿Por qué las centrales hidroeléctricas usan embalses?

- Explique cómo se transforma la energía en el ciclo llevado a cabo en una central hidroeléctrica.
- ¿Qué papel cumple la turbina dentro del ciclo de generación de las centrales hidroeléctricas?
- Explique el fenómeno gravitatorio usado para generar en las centrales hidroeléctricas.
- ¿Cuáles son las principales ventajas de una central hidroeléctrica?
- ¿Cuáles son las principales desventajas de una central hidroeléctrica?
- ¿Cuáles son los mayores riesgos ecológicos que conlleva la implementación de una central hidroeléctrica?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central eólica? Explique.
- Explique cómo se transforma la energía en el ciclo llevado a cabo en una central hidroeléctrica.
- ¿Qué consideraciones debemos tener si queremos implementar un proyecto de generación eólica?
- ¿Cuáles son las principales ventajas de una central eólica?
- ¿Cuáles son las principales desventajas de una central eólica?

- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central geotérmica? Explique.
- ¿Por qué considera que las centrales geotérmicas son parcialmente renovables?
- ¿Qué es un reservorio geotérmico?
- ¿Cuáles son las principales ventajas de una central geotérmica?
- ¿Cuáles son las principales desventajas de una central geotérmica?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central solar? Explique.
- ¿Cuál es la diferencia entre una central solar térmica y una solar fotovoltaica?
- ¿Cuál de los dos tipos de centrales solares implementaría? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una central termo solar?
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una central solar fotovoltaica?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central que usa biomasa? Explique.

- ¿Por qué se consideran renovables las centrales que usan biomasa?
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una central a base de biomasa?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central mareomotriz? Explique.
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una central mareomotriz?
- ¿Bajo qué principio de funcionamiento se rige una central nuclear? Explique.
- ¿Por qué se consideran renovables las centrales nucleares?
- ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de una central nuclear?
- ¿Cuál es la materia prima de una central nuclear?
- ¿Cuál es el mayor riesgo al que nos exponemos al generar energía a través de centrales nucleares?

CONCLUSIONES

1. El modelo constructivista se centra en el estudiante, en sus experiencias previas, de las que realiza nuevas construcciones mentales, considera que la construcción se produce y es individual y propia en cada estudiante.
2. Al hablar de una enseñanza constructivista, se centra al alumno en un papel dinámico, en el cual es mucho más participativo y con un carácter más práctico, para obtener el aprendizaje, habilidades y aptitudes mediante una interacción individual.
3. Un buen docente que trabaja mediante el constructivismo, tratará de facilitar el camino del alumno, pero no lo recorrerá por él, por lo que deberá brindar las herramientas intelectuales necesarias y los elementos para que logren visualizar sus cadencias, se tiene siempre en cuenta el nivel de desarrollo individual de cada estudiante.
4. Las TIC son una herramienta poco utilizada dentro del campus de la universidad, aún más dentro de la escuela de mecánica eléctrica; por ello, es necesario realizar un esfuerzo conjunto para que su implementación en el proceso educativo dentro de la facultad crezca. Además, es fundamental la capacitación del personal docente, con la finalidad que puedan hacer uso de la tecnología que está a su alcance; apoya así el proceso de aprendizaje del estudiante.

5. La implementación del modelo constructivista aplicado al trabajo de estructuración virtual del curso de ingeniería eléctrica 2, se basa en 3 etapas de gran importancia. La primera etapa busca que el estudiante tenga un acercamiento conceptual con los temas; se crean las primeras ideas dentro del proceso cognitivo. La segunda etapa refuerza los conceptos adquiridos mediante la aplicación del conocimiento en ejercicios teórico-prácticos expuestos paso a paso; permite de esa forma que el estudiante comprenda desde un punto de vista alternativo la aplicación del conocimiento; esta es ejecutada por el docente. La tercera etapa del proceso constructivista consiste en la aplicación del conocimiento por parte del estudiante; hace uso de ejercicios de aplicación, laboratorios prácticos, hojas de trabajo y cuestionarios. De esta forma, el estudiante hará uso del conocimiento compartido por el docente, lo pondrá en práctica y obtendrá su propio concepto acerca del tema expuesto.

RECOMENDACIONES

1. Toda la comunidad educativa evalúe continuamente su desarrollo y evolución para definir las posibles mejoras que se puedan aplicar en el centro. Esto ayudará a constatar que los procesos de mejora que se aplican son aptos para conseguir el objetivo principal, es decir, conseguir escuelas de calidad en nuestro entorno.
2. Para construir el conocimiento el educador debe crear el ambiente propicio para el aprendizaje, incluido lo afectivo, emocional, que permitirá a los alumnos construir su aprendizaje de manera sólida; incentivará y desarrollará en sus alumnos habilidades que les permitan desenvolverse en la sociedad.
3. Es una prioridad la formación continua de los docentes, ya que la sociedad actual evoluciona rápidamente. Consecuentemente, es necesario que los docentes estén a la vanguardia, y tengan una actualización de los conocimientos técnicos y pedagógicos.
4. Se debe dar la importancia debida a las tecnologías de investigación y comunicación y tratar de conocerlas mejor e implementarlas en la medida de lo posible, ya que es un recurso muy amplio y útil para trabajar con los estudiantes.
5. Es necesario que dentro de la Facultad exista un continuo control de la calidad, utilidad, pertinencia y viabilidad de sus planes de estudio, esto con el fin de brindarle al educando una atención óptima y lograr

verdaderos procesos formativos; se aplican las ideas de enseñanza actuales que permitan una mejor interacción docente y alumno. Esto ayudará a constatar que los procesos de mejora que se aplican son aptos para conseguir el objetivo principal, es decir, conseguir que la escuela sea de alta calidad educativa y a su vez innovadora.

BIBLIOGRAFÍA

1. BELLOCH, Consuelo. *Las tecnologías de la información y comunicación en el aprendizaje*. [en línea]. <<https://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA1.pdf>>. [Consulta: 11 de octubre de 2018].
2. CABERO ALMENARA, Julio. *Nuevos retos en tecnología educativa*. Madrid, España: McGraw-Hill, 2015. 978 p.
3. CARRETERO, Mario. *Constructivismo y educación*. Mexico: Progreso, S.A., 2002. 536 p.
4. ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto. *Fundamentos de electricidad*. México: Limusa, S.A., 1994. 784 p.
5. FITZGERALD, Arthur; KINGSLEY, Charles; KUSKO, Alexander. *Teoría y análisis de las máquinas eléctricas*. Barcelona, España: Hispano Europea, 1975. 922 p.
6. FRAILE MORA, Jesus. *Máquinas eléctricas*. Madrid, España: McGraw-Hill, 2003. 135 p.
7. GUSSOW, Milton. *Fundamentos de electricidad*. México: McGraw-Hill, 1993. 771 p.

8. ORTIZ GRANJA, Dorys. *El constructivismo como teoría y método de enseñanza*. Ecuador: Colección de Filosofía de la Educación, 2015. 110 p.
9. PIAGET Jean; VIGOTSKY. Lev *El Constructivismo de Jean Piaget y Lev Vigotsky: sus aportaciones a la educación*. [en línea]. <<http://gamapaty.blogspot.com/2011/04/el-constructivismo-de-jean-piaget-y-lev.html>>. [Consulta: 25 de febrero de 2019].
10. SANTIAGO, Raul. *Mobile Learning nuevas realidades en el aula*. Navarra, España: Grupo Oceano, 2013. 454 p.
11. STEPHEN, Chapman. *Máquinas eléctricas*. México: McGraw-Hill, 2012. 242 p.
12. YANEZ, Pau. Educación virtual sin límite. [en línea]. <<https://educacionvirtualesinlimite.wordpress.com/2017/10/17/educacion-virtual-y-las-modalidades-de-aprendizaje/>>. [Consulta: 4 de abril de 2019].