



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA

**MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS
TRIFÁSICOS EN AC EN LA MATERIA DE ELECTROTECNIA**

CASTELLI C., JOSE A.

LAMEDA M, LEXY A.

VALENCIA, JULIO DEL 2003

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA

**MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS
TRIFÁSICOS EN AC EN LA MATERIA DE ELECTROTECNIA**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD DE CARABOBO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

CASTELLI C., JOSE A.

LAMEDA M., LEXY A.

VALENCIA, JULIO DEL 2003

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA

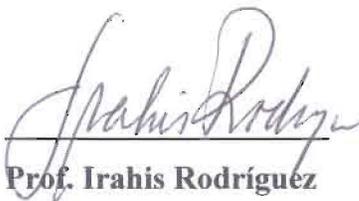
CERTIFICADO DE APROBACION

Los abajo firmantes del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado “**MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS TRIFÁSICOS EN AC EN LA MATERIA DE ELECTROTECNIA**”, realizado por los bachilleres: CASTELLI C., JOSE A. y LAMEDA M., LEXY A, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.



Prof. Eva Menagas

TUTOR



Prof. Irahis Rodríguez

JURADO



Prof. Juan Carlos Ataya

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA

CERTIFICADO DE APROBACION

Los abajo firmantes del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado “**MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS TRIFÁSICOS EN AC EN LA MATERIA DE ELECTROTECNIA**”, realizado por los bachilleres: CASTELLI C., JOSE A. y LAMEDA M., LEXY A, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Eva Monagas

TUTOR

Prof. Irahis Rodríguez

JURADO

Prof. Juan Carlos Ataya

DEDICATORIA

A mi esposa Coromoto, la razón de mis esfuerzos, a mis hijas Jeannelly y Karyn, que son la alegría e inspiración de mi vida.

A mis padres Gregoria y Nicolas, mis grandes consejeros.

A mis hermanos y hermana

A mis compañeros de estudio Cliff Livingston y Genaro Miranda.

El presente trabajo lo dedico a todos aquellos estudiantes que buscan dar respuesta a sus inquietudes, de una manera dinámica e interactiva sobre este tema

LAMEDA M., LEXY A.

A Dios, por haberme guiado por el camino correcto y enseñarme que en la vida los frutos se obtienen con paciencia, esfuerzo y mucha perseverancia.

A mi padre Giovanni Castelli, que a pesar de no estar físicamente conmigo, en mi mente y en mi corazón, siempre ocuparás un gran lugar lleno de orgullo.

A mi madre Lucia Castelli, por haberme dado la fuerza necesaria para lograr mi objetivo y ayudarme a confiar en mí mismo.

A mi hermana Mariolina Castelli y a mi cuñado Víctor Santamariña, siempre he tenido su apoyo y empuje de ánimo que uno necesita.

A mis sobrinos Valentina y Víctor Daniel, que con sus travesuras, me inspiran a seguir adelante.

A mis amigos Naillet castillo, Lisbeth Castillo, Diana, Maria Del Mar, Angelo Martinuzzi, Víctor Castro, Orlene, Julio Cesar, por el apoyo que siempre tuve de ellos.

CASTELLI C., JOSE A.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Eva Monagas, por ser una gran tutora y una gran amiga, y por habernos dado todo su apoyo para lograr nuestro objetivo.

A la profesora Alba Pérez Matos, por su gran aporte y ayuda en la elaboración del multimedia.

A la Universidad De Carabobo, por habernos guiado, ayudado y formado en la profesión de Ingenieros Electricistas.

CASTELLI C., JOSE

LAMEDA M., LEXY

RESUMEN

MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS TRIFÁSICOS EN AC EN LA MATERIA DE ELECTROTECNIA

CASTELLI C., JOSE A
Castelli_Elec_uc@hotmail.com

LAMEDA M., LEXY A.
lalameda@uc.edu.ve

Ing. MONAGAS., EVA
emonagas@uc.edu.ve

RESUMEN: el presente trabajo especial de grado tiene como objetivo general desarrollar un multimedia didáctico para el aprendizaje de Sistemas Trifásicos para electrotecnia, el primer punto trata de las bases teóricas de un sistema trifásico balanceado, otro punto que se trata es el concepto de un multimedia educativo, su funciones, ventajas y desventajas, en otro punto se trata de la metodología en la cual se explica los pasos que se siguieron para la elaboración del multimedia, se plantea conocer el impacto que tiene la implementación de un multimedia educativo en el aprendizaje de Sistemas Trifásicos con la elaboración de un instrumento, que en nuestro caso se aplica un cuestionario, y como último punto se trata del diseño del multimedia didáctico, se utiliza como programa el macromedia flash MX, ya que nos pareció que es fácil de manejar, presenta compatibilidad con otros programas, la presentación interactiva es muy buena para el aprendizaje. Igualmente, se muestran el contenido del menú y de cada submenú y se presenta el algoritmo de la estructura del programa.

PALABRAS CLAVES: Sistemas trifásicos, diagramas fasoriales, multimedia educativo, electrotecnia, interactivo.

METODOLOGÍA: Selección de los tópicos de Sistemas Trifásicos, adaptada a la cátedra de Electrotecnia de acuerdo al programa vigente, revisión y recopilación de la bibliografía referente a Sistemas Trifásicos de corriente alterna, la bibliografía seleccionada, está sustentadas en los textos guías usados para dictar la asignatura de Electrotecnia, información obtenida en la página web de la red elaboración de las bases teóricas y ejercicios resueltos y propuestos, tomando como referencia el tema de Sistemas Trifásicos adaptada a la asignatura de Electrotecnia, elaboración de un cuestionario para medir el impacto que tiene la implementación de un multimedia educativo para el aprendizaje de Sistemas Trifásicos, investigación y selección del software interactivo a utilizar para la elaboración del trabajo de grado, antes los cuales se encontraron Macromedia Flash player MX, Director 7, Visual Basic y otros, investigación en la red de tutoriales en la cual explica en forma muy sencilla la utilización del software a utilizar, el software escogido fue el Macromedia Flash player MX, debido a que a nuestro criterio, es el más sencillo en manejar y entender, cubriendo las expectativas para poder implementar el multimedia de Sistemas Trifásicos, implemento de las bases teóricas en el multimedia acompañados de gráficos, con una estructura bastante clara y sencilla, diseño de test de evaluación, que servirá para que el estudiante se auto evalúe sus conocimientos sobre Sistemas Trifásicos.

RESULTADOS: Analizando los resultados, se percibe que los estudiantes de electrotecnia ven con interés la

implementación de un multimedia educativo del tema de Sistemas Trifásicos que los ayude a complementar las clases del profesor, las clases del preparador y los textos recomendados, e igualmente se observa que frecuentan el uso de las computadoras, lo que le da fuerza a la utilización del multimedia educativo, se puede observar también que la herramienta tiende a individualizar al estudiante en la utilización del multimedia, por tal motivo, en la misma se realiza un test de preguntas en la cual lo participan dos usuarios y así motivar al estudiante su uso en equipo.

CONCLUSIONES: Se desarrollo un multimedia didáctico para la enseñanza de sistemas trifásicos (AC) adaptadas a las necesidades de los estudiantes cursantes de la cátedra de electrotecnia de la Universidad de Carabobo, cubriendo el contenido del tema de sistemas polifásicos, fuente trifásica y secuencia, carga trifásica balanceada y conexiones, diagrama fasorial, corriente de línea, fase y neutro, tensiones de línea y de fase, potencia aparente, activa y reactiva, medición de potencia y corrección del factor de potencia, banco de transformadores, conexiones y relación de transformación y ventajas de los sistemas trifásicos, se seleccionaron los recursos bibliográficos necesarios para lograr cubrir el tema de sistemas trifásicos, se definió el entorno de comunicación programa – usuario, se evaluó las necesidades docentes y estudiantiles respecto a la elaboración del multimedia en el tema, se seleccionó como programa base el flash MX, se diseño el algoritmo de programación, se desarrollo el multimedia didáctico con todo el éxito esperado.

BIBLIOGRAFÍA: Bogdan Baran W. Francisco Rosales B, Análisis de Redes en Régimen Permanente, Universidad de Carabobo, Valencia 1993, Dorf, Circuitos Eléctricos, Introducción al Análisis y Diseño, 2ª edición, Alfaomega grupo editor, 1993, David Irwin, Análisis Básico de Circuitos en Ingeniería, 5ª edición, Prentice Hall grupo editorial, 1997, David E. Jonson, John L. Edwin, Peter D. Scott, Circuitos Eléctricos, 5ª edición, Prentice Hall grupo editorial, 1996, Enciclopedia Encarta 2000, Escalona S, Luis E. Lozada S, Víctor A, programa interactivo para respaldar la enseñanza del estudiante de Ingeniería Eléctrica, con relación a circuitos de corriente alterna, tesis de grado de la Universidad de Carabobo, Valencia, Junio 2002, Pere Marqués, El Software Educativo, Universidad de Barcelona, 1996, http://www.emi.ub.es/te/any96/marques_software/ Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, segunda edición, Editorial M^c Graw Hill, 1998, Van Valkenburgh, Nooger & Neville, Inc, Electricidad Básica, volumen tres, editorial Bell S.A, Buenos Aires, 1981.

INDICE GENERAL

Introducción.....	9
-------------------	---

CAPITULO I

1.1- Planteamiento del problema.....	13
1.2- Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivos generales.....	14
1.2.2- Objetivos específicos.....	15
1.3- Justificación de la investigación.....	15
1.4- Alcance.....	16

CAPITULO II: MARCO TEORICO.

2.1- Antecedentes.....	18
2.2- Características y funcionamiento de los sistemas trifásicos.....	21
• Elementos Activos.....	22
• Elementos Pasivos.....	22
• Tensión.....	22
• Corriente.....	24
• Potencia.....	25
• Energía.....	25
2.2.1- Sistemas trifásicos.....	26

2.2.1.1-	Introducción de los sistemas trifásicos.....	26
2.2.1.2-	Definición de sistemas polifásicos.....	28
2.2.1.3-	Secuencias.....	30
	• Secuencia positiva.....	30
	• Secuencia negativa.....	30
2.2.2-	Conexiones trifásicas de la fuente.....	32
2.2.2.1-	Fuentes conectada en Y (estrella).....	33
2.2.2.2-	Fuentes conectadas en delta (Δ).....	35
2.2.3-	Conexiones de la carga.....	36
2.2.3.1-	Conexión Y – Y balanceado.....	37
A-	Tensión de línea y de fase en una carga en Y.....	38
B-	Corriente de línea, fase y neutro en una carga en Y.....	40
C-	Características generales del diagrama fasorial trifásico en una carga en Y equilibrada	42
2.2.3.2-	Conexión Y – Δ balanceado.....	43
A-	Tensión de línea y de fase en una carga en delta (Δ).....	43
B-	Corriente de línea y de fase en una carga en delta (Δ).....	45
C-	Características generales del diagrama fasorial trifásico en una carga en Δ equilibrada.....	46
2.2.4-	Potencia trifásica en carga balanceadas.....	46
A-	Potencia activa o real de la carga.....	46
B-	Potencia reactiva de la carga.....	48

C-	Potencia aparente de la carga.....	50
D-	Corrección del factor de potencia.....	51
2.2.5-	Medición de potencia.....	57
2.2.5.1-	Medición de potencia con un vatímetro.....	57
2.2.5.2-	Medición de potencia con dos vatímetro.....	58
2.2.5.3-	Medición de potencia con tres vatímetro.....	59
2.2.6-	Conexiones de los transformadores en sistemas trifásicos.....	62
2.2.6.1-	Conexión estrella – estrella.....	63
2.2.6.2-	Conexión delta – delta.....	64
2.2.6.3-	Conexión estrella – delta.....	66
2.2.6.4-	Conexión delta – estrella.....	68
2.2.7-	Ventajas de los sistemas trifásicos.....	69
2.2-	Características y funcionamiento de la herramienta multimedia.....	70
2.3.1-	Definición de software educativo.....	70
2.3.2-	Características esenciales de los programas educativos.....	70
2.3.3-	Funciones del software educativo.....	71
2.3.4-	Ventajas y desventajas de los multimedia educativos.....	75
2.3.4.1-	Ventajas.....	75
2.3.4.2-	Desventajas.....	77
2.3.5-	Estructura básica del multimedia educativo para sistemas trifásicos para la Cátedra de electrotecnia.....	79
2.3.5.1-	El entorno de comunicación o interficie.....	79
2.3.5.2-	Las bases de datos.....	79

2.3.5.3-	El motor o algoritmo.....	80
2.3-	Instrumento para medición de necesidades de un software académico.....	80
2.4.1-	Cuestionario.....	81
2.4.2-	Características que deben tener una encuesta.....	81

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

3.1-	Metodología.....	84
3.2-	Determinación de las necesidades docentes y estudiantiles.....	85
3.2.1-	Elaboración del instrumento.....	85

CAPITULO IV: DISEÑO DEL MULTIMEDIA DIDÁCTICO.

4.1-	Selección de la población y aplicación del cuestionario.....	89
4.1.1-	Resultados.....	89
4.2-	Presentación del multimedia educativo.....	93
4.3-	Algoritmo del multimedia.....	125
4.4-	Requerimientos del sistema.....	128

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

	Conclusiones y recomendaciones.....	130
	Bibliografías.....	132
	Anexos.....	135

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Líneas de transmisión.....	9
FIGURA 2: Líneas de distribución.....	10
FIGURA 2.1: Circuito monofásico.....	22
FIGURA 2.2: Fasor moviéndose según el lugar de la señal senoidal de la tensión.	23
FIGURA 2.3: Característica de la tensión en un sistema monofásico.....	28
FIGURA 2.4: Condición incorrecta de la frecuencia en un sistema monofásico...	28
FIGURA 2.5: Condición correcta de la frecuencia en un sistema monofásico.....	29
FIGURA 2.6: Defasaje de la tensión en un sistema trifásico.....	29
FIGURA 2.7: Defasaje de la tensión en secuencia positiva.....	30
FIGURA 2.8: Diagrama fasorial de las tensiones en secuencia positiva.....	30
FIGURA 2.9: Defasaje de la tensión en secuencia negativa.....	31
FIGURA 2.10: Diagrama fasorial de las tensiones en secuencia negativa.....	31
FIGURA 2.11: Fuente trifásica balanceada.....	32
FIGURA 2.12: Angulo de defasaje de las tensiones de cada fase.....	33
FIGURA 2.13: Fuente trifásica en estrella cuatro hilos.....	34
FIGURA 2.14: Fuente trifásica en estrella tres hilos.....	35
FIGURA 2.15: Otra forma de representar la fuente trifásica en estrella cuatro hilos	35
FIGURA 2.16: Fuentes conectadas en delta (Δ).....	36
FIGURA 2.17.A: Configuración estrella (Y) balanceada tres hilos.....	37
FIGURA 2.17.B: Configuración estrella (Y) balanceada cuatro hilos.....	37
FIGURA 2.18: Diagrama fasorial de los voltajes de fase y de línea en un	

FIGURA 2.34: Representación de la unión de los tres devanados de alta tensión en delta y los tres devanados de baja tensión en delta de un transformador trifásico.....	66
FIGURA 2.35: Diagrama fasorial en un banco de transformadores conectada en $\Delta - \Delta$	66
FIGURA 2.36: Conexión estrella – delta en un banco de transformadores.....	67
FIGURA 2.37: Representación de la unión de los tres devanados de alta tensión en estrella y los tres devanados de baja tensión en delta de un transformador trifásico.....	67
FIGURA 2.38: Diagrama fasorial en un banco de transformadores conectada en Y- Δ	68
FIGURA 2.39: Conexión delta – estrella en un banco de transformadores.....	68
FIGURA 2.40: Representación de la unión de los tres devanados de alta tensión en delta y los tres devanados de baja tensión en estrella de un transformador trifásico.....	69
FIGURA 2.41: Diagrama fasorial en un banco de transformadores conectada en $\Delta - Y$	69

INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

Mientras viajamos a través de nuestra ciudad o por sus alrededores, con frecuencia encontramos líneas aéreas de transmisión de potencia. Si observamos cuidadosamente, encontramos que hay típicamente tres grandes conductores, puede haber uno o dos conductores más pequeños que se colocan por encima de los conductores de potencia y se utilizan como protección contra los rayos, como se observa en la figura 1.1.



FIGURA 1.

Estas líneas de transmisión, transportan la energía desde los grandes centros de generación, hasta una subestación, donde por medio de los transformadores se varían los niveles de tensión que luego salen a través de las líneas de distribución, las cuales se ubican en postes, hasta llegar al usuario, tal como se muestra en la figura 2.

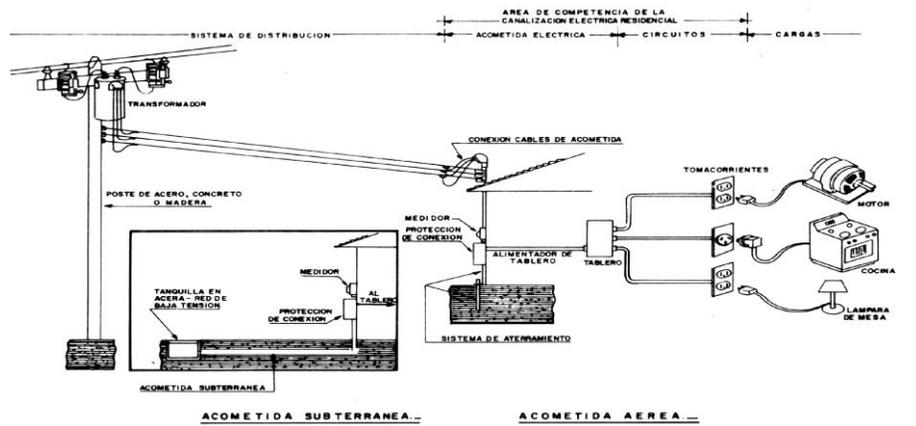


FIGURA2

Todo este conjunto de conductores, representa una gran red eléctrica, en la cual puede estar conformado por un sistema monofásico o un sistema trifásico.

En este trabajo se explicará, por medio del multimedia didáctico, las características y funcionamiento de los Sistemas Trifásicos balanceados, de acuerdo al contenido programático de la Cátedra de Electrotecnia.

La Cátedra de Electrotecnia, está dirigida a los estudiantes de Ingeniería Industrial, Ingeniería Química e Ingeniería Mecánica.

El programa consta de cinco capítulos los cuales se describen a continuación:

En el capítulo I se expone el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos, la justificación de la investigación y el alcance de la misma.

En el capítulo II se expone el marco teórico, en la cual lo conforman los antecedentes, las características y funcionamiento de los sistemas trifásicos, las

características y funcionamiento de la herramienta multimedia y los instrumentos para medición de la necesidad de un software académico.

En el capítulo III se expone el marco metodológico, el cual se conforma por la metodología y la determinación de las necesidades docentes y estudiantiles.

El capítulo IV expone el diseño del multimedia didáctico, el cual se conforma por la selección de la población y aplicación del cuestionario, presentación del multimedia, algoritmo del multimedia y requerimientos del sistema.

El capítulo V se expone las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

CAPITULO I:

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Gracias al avance que ha tenido el mundo de la informática, se han venido desarrollando un conjunto de herramientas educativas, que han servido de complemento para la educación en todos los niveles.

Para facilitar y reforzar los procesos de enseñanza – aprendizaje, se están desarrollando diversos programas educativos para computadoras.

La necesidad, por parte de los estudiantes de la cátedra de ELECTROTECNIA, de contar con una herramienta computacional que les permita afianzar sus conocimientos referentes al contenido programático, de la materia denominado bajo el título: SISTEMAS TRIFÁSICOS EN CORRIENTE ALTERNA, se ha planteado la necesidad de desarrollar un multimedia didáctico educativo para el aprendizaje de las características y funciones de sistemas trifásicos en corriente alterna, siguiendo para ello, los postulados, definiciones y técnicas que a tal fin, son impartidas en la mencionada cátedra.

El plan de realizar multimedia didáctico o tutoriales sobre cada una de las materias de la Universidad De Carabobo se ha venido desarrollando de forma relativamente rápida, ya que estos les ofrecen a los estudiantes una herramienta adicional para el aprendizaje de las materias.

Esto en parte a que los tutoriales ofrecen al estudiante la oportunidad de obtener toda la información necesaria para el aprendizaje de una materia, sin recurrir a varias fuentes.

Un programa multimedia de aprendizaje es una de las aplicaciones más usada y a su vez es uno de los diversos métodos de aprendizaje de la llamada educación a distancia, en el que no es necesario la presencia física del docente y en el que se utilizan colores, gráficos, dibujos y cualquier técnica audiovisual que permita atraer la atención del estudiante y le facilite la asimilación de una gran cantidad de información, gracias a que ésta es percibida de forma simultánea a través de los sentidos de la vista y del oído, logrando que la enseñanza y el aprendizaje le sean tareas gratas y hasta divertidas¹.

De acuerdo a lo planteado, se propone la realización de un “MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE SISTEMAS TRIFÁSICOS”.

1.2- OBJETIVOS.

1.2.1- Objetivo General

Desarrollar un multimedia didáctico para la enseñanza de sistemas trifásicos (AC) en sistemas industriales y adaptada a las necesidades de los estudiantes cursantes de la cátedra ELECTROTECNIA de la Universidad de Carabobo, el contenido del tema de Sistemas Trifásicos es:

- Sistemas polifásicos, fuente trifásica y secuencia.
- Carga trifásica balanceada y conexiones.
- Diagrama fasorial, corrientes de línea, fase y neutro, tensiones de línea y de fase.
- Potencia aparente, activa y reactiva, medición de potencia y corrección del factor de potencia.
- Banco de transformadores, conexiones y relación de transformación.
- Ventajas de los sistemas trifásicos.

¹ ENCICLOPEDIA ENCARTA 2000

1.2.2- Objetivos Específicos

- Seleccionar los recursos bibliográficos del tema propuesto.
- Definir el entorno de comunicación programa - usuario.
- Evaluar las necesidades docentes y estudiantiles respecto a la elaboración del multimedia en el tema.
- Seleccionar el programa base.
- Diseñar el algoritmo de programación.
- Desarrollar el multimedia didáctico.

1.3- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La cátedra ELECTROTECNIA es componente de formación básica en electricidad para los estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial, Mecánica y Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo y tiene como pre-requisito los conocimientos básicos de Física II.

Es una formación adicional que tiene como finalidad dotar al estudiante de conocimientos prácticos y teóricos necesarios para una fácil integración al ambiente industrial donde la utilización de equipos eléctricos asumen un papel importante y frecuente en las actividades a realizar en los procesos de manufactura e instalaciones.

El carácter de la asignatura es Teórico-Práctico, con amplia participación individual y grupal, donde se realizan estrategias destinadas a la solución de problemas, experiencias en el laboratorio y donde los alumnos se interrelacionan con las instalaciones e integrantes del sector industrial bajo la guía del docente.

Actualmente, y en el futuro próximo, la principal fuente de energía que mueve los procesos industriales de cualquier naturaleza es y será la energía eléctrica. Se justifica la inclusión de la asignatura en el Plan de estudios de las carreras de Ingeniería Industrial, Mecánica y Química de la Universidad de Carabobo debido a que apoya la visión universitaria de forjar ciudadanos y profesionales con un nivel de

conocimientos integrales que les permitan interactuar y desarrollar las tecnologías de los nuevos tiempos del medio industrial, capaces de satisfacer demanda de profesionales del sector industrial de nuestra Región y para la formación de los futuros empresarios que requiere nuestro país.

1.4- ALCANCE

El contenido de este multimedia didáctico comprende:

- Explicar las características de los sistemas trifásicos.
- Identificar las formas de conexión trifásica más utilizadas.
- Identificar las características de tensión corriente a través de uso de diagramas fasoriales.
- Describir los métodos de medición de potencia trifásica.
- Identificar las conexiones para bancos de transformadores en sistemas trifásicos.
- Explicar las ventajas fundamentales que ofrece un sistema trifásico.
- Ejercicios básicos resueltos y propuestos.
- Test de preguntas.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

CAPITULO II: MARCO TEORICO.

En este capítulo se presentan las bases teóricas necesarias para la realización del presente trabajo de investigación, las cuales se agrupan de la siguiente manera.

- 2.1- Antecedentes.
- 2.2- Características y funcionamiento de los sistemas trifásicos.
- 2.3- Características y funcionamiento de la herramienta multimedia.
- 2.4- Instrumentos para medición de necesidades de un software académico.

2.1- ANTECEDENTES.

Los programas educativos realizados en la Escuela de Ingeniería Eléctrica en los últimos tres años son:

En el año 2000, se realizo el siguiente multimedia didáctico.

DESARROLLO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LOS FUNDAMENTOS BÁSICOS SOBRE SENSORICA
Palacio Carlos M.

Gómez, Ismael.

En el año 2001, se realizo los siguientes multimedia didácticos.

SOFTWARE PARA LA ENSEÑANZA DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA EN CONDICIONES DE CORTO CIRCUITO.

Pandare Teran, José Miguel.

MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE CONTROLADORES Y ENTONAMIENTO DE CONTROLADORES CON LA APLICACIÓN EN CONTROL DE PROCESOS.

García Wendy.

Moreno José.

MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE TEORIA DE CONTROL.

Barrios S, Oriana A.

Gómez G, Ibrahim J.

En el año 2002, se realizaron los siguientes multimedia didácticos.

DESARROLLO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE FUNDAMENTOS BÁSICOS DE COMUNICACIONES.

Castañedas A, Yarisma.

Cedeño A, Maria G.

PROGRAMA INTERACTIVO PARA RESPALDAR LA ENSEÑANZA DEL ESTUDIANTE DE INGENIERIA ELECTRICA, CON RELACION A CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.

Escalona S, Luis E.

Lozada S, Víctor A.

DISEÑO DE UN SOFTWARE INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA DE DISEÑO DIGITAL

Ordóñez, Matheus Jessica.

Roldan, Herrera Gerardo.

DESARROLLO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA INTERACTIVO Y DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE CIRCUITOS MAGNETICOS EN CORRIENTE CONTÍNUA Y ALTERNA.

CAMPOS Lino

PANTOJA Salomón.

APLICACIONES INTERACTIVAS ASISTIDAS POR EL COMPUTADOR PARA LA ENSEÑANZA DE TRANSFORMADORES MONOFASICOS.

Aquino M. Francisco

Valera Jesús.

ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE COMPUTACIÓN EDUCATIVO PARA APOYAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE DISEÑO DE SISTEMA DE COMUNICACIONES MODERNAS POR FIBRA OPTICA.

Abreu Cesar.

Rodríguez O. Alberto.

DISEÑO DE TUTORIAL MULTIMEDIA DE SISTEMAS ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS EQUILIBRADOS Y DESEQUILIBRADOS.

Aurelena Medina.

Gensoar Millan

Respecto a los multimedia educativos referidos a los sistemas eléctricos trifásicos, se ha considerado oportuno hacer un cuadro comparativo entre la tesis realizada por Aurelena Medina y Gensoar Millan sobre “diseño de tutorial multimedia de sistemas eléctricos trifásicos equilibrados y desequilibrados” y la presente tesis de “multimedia didáctico para la enseñanza de sistemas trifásicos en ac

en la materia de electrotecnia”. Este cuadro comparativo se realiza con la finalidad de aclarar el alcance y diferencia de ambos programas.

DISEÑO DE TUTORIAL MULTIMEDIA DE SISTEMAS ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS EQUILIBRADOS Y DESEQUILIBRADO	MULTIMEDIA DIDÁCTICO PARA LA enseñanza de SISTEMAS TRIFÁSICOS EN AC en la materia DE ELECTROTENIA
El enfoque teórico y práctico de la tesis está diseñado para los estudiantes de Ingeniería eléctrica.	El enfoque teórico y práctico de la tesis está diseñado para los estudiantes de Ingeniería Industrial, Mecánica y Química.
En el análisis de la fuente, se toma en cuenta su impedancia.	En el análisis de la fuente, no se toma en cuenta su impedancia.
No se analizan las características, ventajas y desventajas del uso de multimedia educativo.	Se analizan las características, ventajas y desventajas del uso de multimedia educativo.
Las herramientas utilizadas en el multimedia es mediante íconos.	Las herramientas utilizadas en el multimedia es mediante un menú principal y secundario.
Se analizan los sistemas trifásicos en régimen transitorio y permanente	Solo analiza el comportamiento de los sistemas trifásicos en régimen permanente enfocado hacia su aplicación en industrias

2.2- CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS TRIFASICOS.

Antes de abordar el tema de sistemas trifásicos, se considera que debe iniciarse el programa con un breve recordatorio de los conocimientos de los sistemas monofásicos.

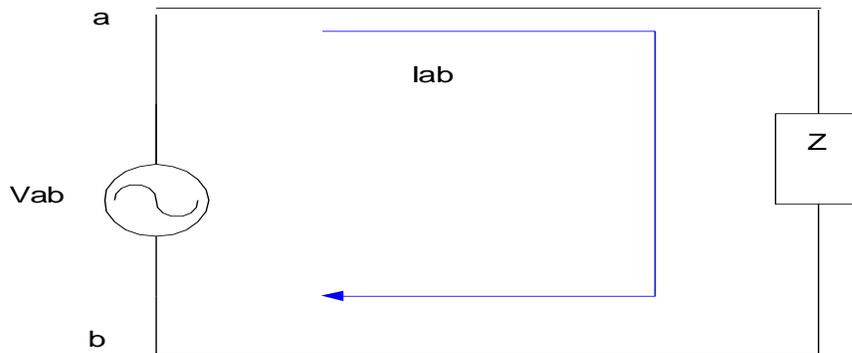


FIGURA
2.1

En la figura 2.1, se tiene un circuito eléctrico conformado por una fuente y una carga. Este circuito se caracteriza porque al aplicar una tensión entre los terminales V_{ab} , fluirá una corriente I_{ab} de trayectoria cerrada dentro del circuito.

De esta manera se identifican dos partes fundamentales en el circuito:

- **Elementos Activos:** son los encargados de suministrar energía al circuito, dentro de estos elementos están: las fuentes de voltajes y las fuentes de corrientes².
- **Elementos Pasivos:** son aquellos que no suministran energía. Dentro de los elementos pasivos tenemos los resistores o resistencia, los capacitores e inductores².

Las variables de un circuito eléctrico son: tensión, corriente, potencia y energía.

- **TENSIÓN:**

La tensión aplicada entre los terminales **a** y **b** del circuito en el dominio del tiempo es:

$$V_{ab} = V_{\max} * \text{sen} (\omega t + \Phi) \quad (\text{Ec. 2.1}).$$

² TESIS MULTIMEDIA DE CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA M.C.C.A.

Cuando se especifica una tensión, siempre se quiere significar el valor RMS o valor eficaz, al menos que se diga lo contrario, (rms o valor efectivo, es una medida de la efectividad de una fuente para entregar potencia a una carga resistiva, el valor efectivo de cualquier corriente periódica es igual al valor de corriente directa que fluyendo a través de un resistor de R ohms, entrega al resistor la misma potencia que la que entrega la corriente periódica, el valor efectivo se definirá arbitrariamente en términos de una onda de corriente, pudiéndose también definir de igual manera para una onda de voltaje)².

El voltaje **RMS**, es:

$$V_{\text{RMS}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad (\text{Ec. 2.2}).$$

El valor eficaz o RMS, tiene forma de onda senoidal, y se va moviendo a medida que vaya cambiando la tensión, tal como se muestra en la figura 2.2.

En la figura 2.2, se representa la señal de la fuente el fesor moviéndose según el lugar de la tensión:

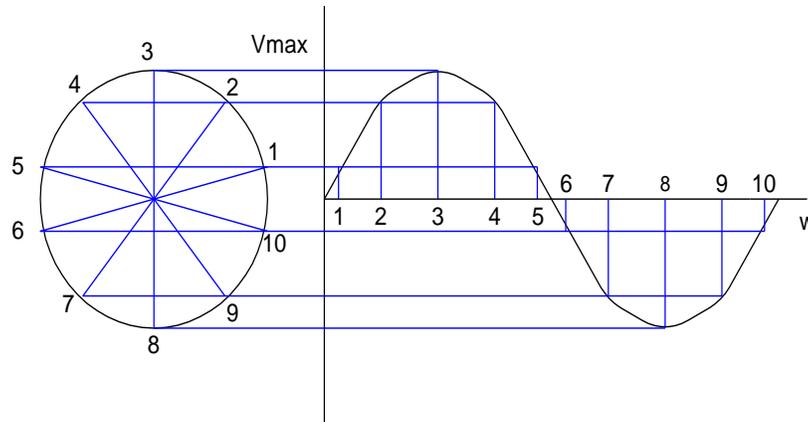


FIGURA 2.2

La ecuación 2.1, se puede representar en forma de fesor, recordando que un fesor es la representación abreviada y compacta, que especifica la amplitud y el

ángulo de fase de una onda senoidal, determinándola de forma tan completa como si fuera descrita por una función analítica:

$$\mathbf{V} = \frac{1}{\sqrt{2}} * \mathbf{V}_{\max} \angle \Phi \quad (\text{Ec. 2.3}).$$

En forma cartesiana, se representa de la siguiente forma:

$$\mathbf{V} = \frac{1}{\sqrt{2}} * \mathbf{V}_{\max} * (\cos(\Phi) + j \text{sen}(\Phi)) \quad (\text{Ec. 2.4}).$$

- **CORRIENTE.**

Al igual que las tensiones, las intensidades de corriente alterna, quiere significar el valor **RMS**, a menos que se diga lo contrario.

El valor RMS de una corriente alterna que alcanza un valor máximo es:

$$\mathbf{I}_{\text{RMS}} = \frac{\text{Imax}}{\sqrt{2}} \quad (\text{Ec. 2.5}).$$

La ecuación de corriente en forma de fasor es:

$$\mathbf{I} = \frac{\text{Imax}}{\sqrt{2}} \angle -\Phi \quad (\text{Ec. 2.6}).$$

En forma cartesiana, se representa de la siguiente forma:

$$\mathbf{I} = \frac{1}{\sqrt{2}} * \mathbf{I}_{\max} * (\cos(\Phi) - j \text{sen}(\Phi)) \quad (\text{Ec. 2.7}).$$

- **POTENCIA.**

Debido a que resultan expresiones más simples para la potencia promedio, se utilizan valores **rms** de voltaje y de corriente y fasores **rms**:

$$\mathbf{V} = |\mathbf{V}| \angle 0^\circ \quad (\text{Ecs. 2.8}).$$

$$\mathbf{I} = |\mathbf{I}| \angle -\Phi$$

Son fasores **rms** asociados con un elemento que tiene una impedancia:

$$\mathbf{Z} = |\mathbf{Z}| \angle \Phi \quad \Omega \quad (\text{Ec. 2.9}).$$

Suministrada al elemento es:

$$\mathbf{P} = |\mathbf{V}| * |\mathbf{I}| * \cos(\Phi) \quad (\text{Ec. 2.10}).$$

- **ENERGIA.**

La potencia instantánea es la variación de la energía respecto al tiempo, dicho en otro término, es la rapidez con la cual cambia la energía de un elemento, esto es:

$$\mathbf{P}(t) = \frac{du(t)}{dt} \quad (\text{Ec. 2.11}).$$

Donde:

P(t) es la potencia instantánea.

U(t) es la energía instantánea.

t es el tiempo.

Si la potencia es positiva, se interpreta como absorción o consumo de energía por parte de elementos pasivos, si la potencia es negativa, significa entrega o gasto de energía por parte de elementos activos.

De la ecuación 2.11, puede obtenerse la energía:

$$U(t) = \int_0^t p(t) dt \quad (\text{Ec. 2.12}).$$

2.2.1- SISTEMAS TRIFÁSICOS.

2.2.1.1- INTRODUCCION DE LOS SISTEMAS TRIFÁSICOS.

Nikola Tesla (1856 – 1943, físico serbio, naturalizado norteamericano)³ influyó notablemente en la adopción de la potencia de corriente alterna (ca). Al principio trabajó a Edison (1847 – 1931, físico norteamericano, inventor de numerosos aparatos eléctricos como la lámpara de incandescencia, el fonógrafo y un acumulador, perfeccionó el teléfono)³, a quién se atribuyen las palabras “Mi deseo personal sería prohibir enteramente el uso de corrientes alternas. Son tan innecesarias como peligrosas”. Tesla dejó a Edison y en el transcurso de cinco años había obtenido diez patentes para motores de ca que empleaban su principio del motor de inducción y su eficaz sistema de potencia polifásica. En 1895 el fabricante George Westinghouse, (1846 – 1914, industrial e ingeniero norteamericano, que perfeccionó el freno de aire comprimido que lleva su nombre)³, compró estas patentes y los dos alternadores de 3725 KW que por primera vez suministraron potencia en las cataratas de Niágara, que se basaron en las patentes de Tesla.

³ DICCIONARIO PEQUEÑO LAROUSSE ILUSTRADO.

Tras muchos litigios se le concedieron a Tesla los derechos de patente por su invento del sistema de corriente polifásica, proviene de bobinas en el generador, devanadas para producir dos o más circuitos separados que entregan corriente a las terminales, de modo tal que están en secuencia, (mas adelante se hablará de secuencia), a medida que la máquina gira.

Durante las siguientes décadas hubo innumerables mejoras en los motores y una tremenda diversificación de diseños para mover casi cualquier cosa, desde un tren de juguete hasta un buque. No obstante, debido a que los primeros alternadores de Westinghouse de $133 \frac{1}{3}$ hertz, (hertz es la unidad de frecuencia), como suelen llamarse los generadores de corriente alterna, producían potencia a una frecuencia demasiado alta para una operación eficaz de los motores, los alternadores de 25 y 60 hertz se fueron estandarizando gradualmente en Estados Unidos. A 60 hertz, el ojo humano no detecta parpadeo en una lámpara incandescente, en tanto que a 25 hertz el parpadeo es bastante notorio, especialmente en lámparas pequeñas. Así, durante algún tiempo se usaban 60 hertz cuando predominaban las cargas de iluminación y 25 hertz cuando era más importante la potencia de los motores. En otros países, la frecuencia estándar de iluminación se hizo de 50 hertz y la de potencia de $16 \frac{2}{3}$ hertz.

Los grandes alternadores Westinghouse en la Columbia Exposition de Chicago en 1893 eran máquinas de 60 hertz. También se fueron estandarizando los voltajes de la corrientes directa y alterna en 1890, y hacia finales de siglo, el voltaje común en Estados Unidos era de 110 voltios para cada fase de los circuitos polifásicos, (en Venezuela, se utilizan los mismos valores estándar de los Estados Unidos).

2.2.1.2- DEFINICION DE SISTEMAS POLIFASICO.

Un sistema polifásico, es la unión de varios sistemas monofásicos. El sistema de uso tradicional es el sistema trifásico.

Las condiciones necesarias para que tres sistemas monofásicos sean un sistema trifásico son las siguientes:

- Todos los sistemas monofásicos deben tener la misma tensión máxima.

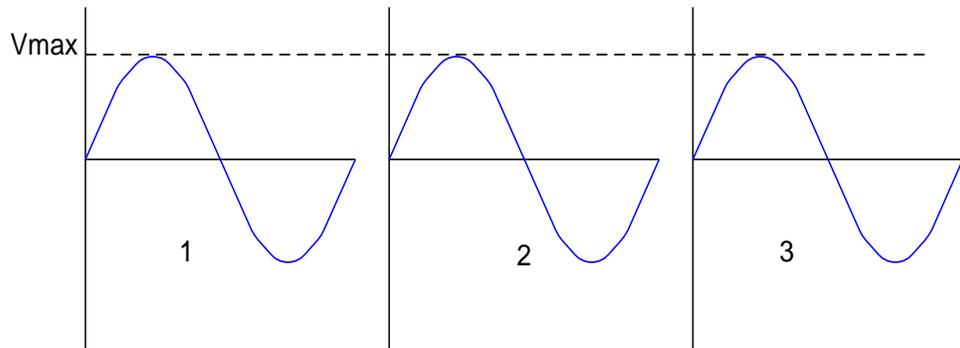
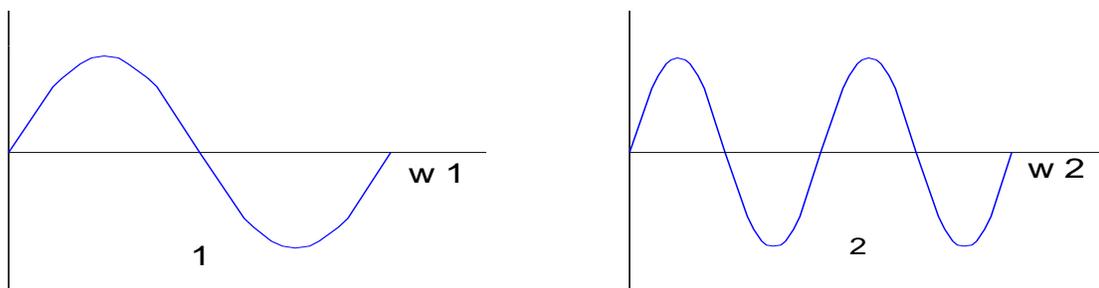


FIGURA 2.3

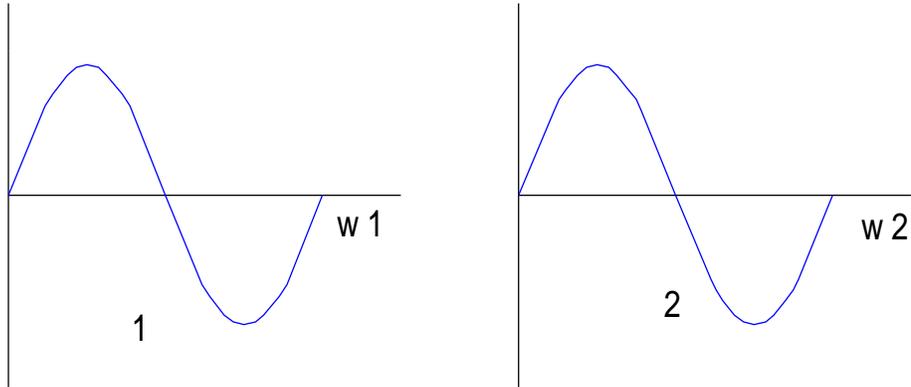
- Todos los sistemas monofásicos deben tener la misma frecuencia ω .

En la figura 2.4, $\omega_1 \neq \omega_2$, no se cumple la condición.



FRECUENCIA DIFERENTE
FIGURA 2.4

En la figura 2.5, si se cumple que $w_1 = w_2$.



FRECUENCIA IGUALES
FIGURA 2.5

- Todos los sistemas monofásicos deben estar desfasados $\frac{360^\circ}{n}$, siendo $n = \text{número de sistemas monofásicos}$. En el caso de sistemas trifásicos, los sistemas monofásicos deben estar desfasados 120° .

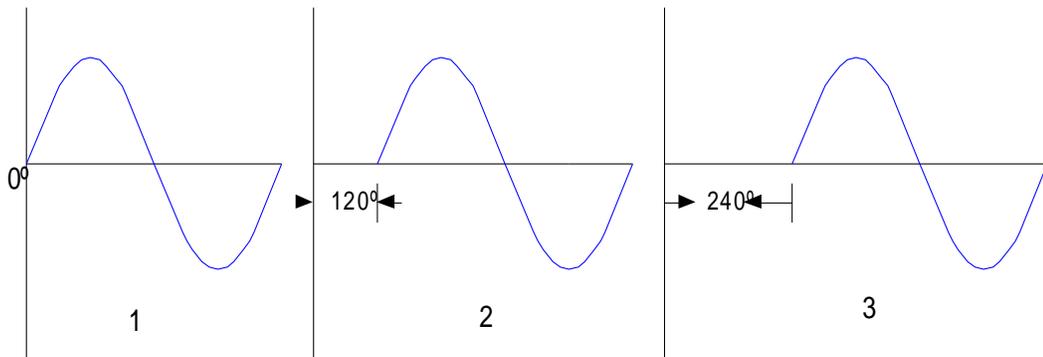


FIGURA 2.6

2.2.1.3- SECUENCIAS

- **Secuencia positiva.**

La secuencia positiva de fase es abc, y sus tensiones de fase son:

$$V_a = \sqrt{2} * V * \text{sen}(wt) = V \angle 0^\circ$$

$$V_b = \sqrt{2} * V * \text{sen}(wt - 120^\circ) = V \angle -120^\circ$$

$$V_c = \sqrt{2} * V * \text{sen}(wt - 240^\circ) = V \angle -240^\circ \quad (\text{Ecs. 2.13}).$$

En la figura 2.7, se observa el defasaje de las tensiones y en la figura 2.8, el diagrama fasorial.

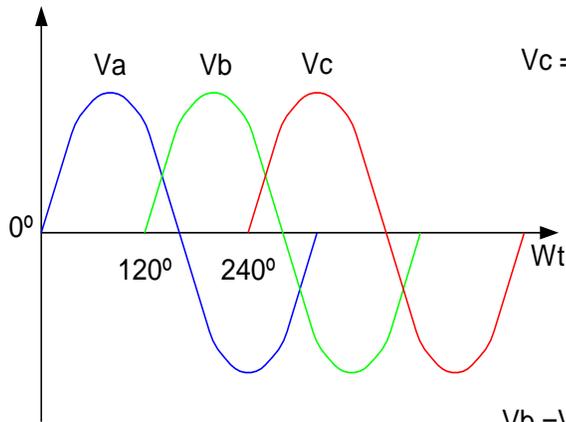


FIGURA 2.7

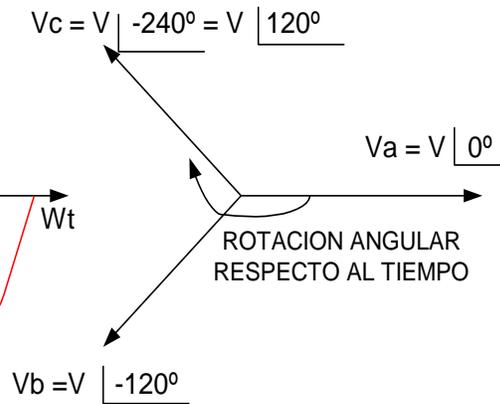


FIGURA 2.8

La secuencia ABC es igual a BCA, y a su vez es igual a CAB.

- **Secuencia negativa.**

La secuencia negativa de fase es acb, y sus tensiones de fase son:

$$\mathbf{V}_a = \sqrt{2} * \mathbf{V} * \text{sen}(wt) = \mathbf{V} \angle 0^\circ$$

$$\mathbf{V}_b = \sqrt{2} * \mathbf{V} * \text{sen}(wt + 120^\circ) = \mathbf{V} \angle 120^\circ$$

$$\mathbf{V}_c = \sqrt{2} * \mathbf{V} * \text{sen}(wt - 240^\circ) = \mathbf{V} \angle -120^\circ \quad (\text{Ecs. 2.14}).$$

En la figura 2.9, se observa el defasaje de las tensiones y en la 2.10, el diagrama fasorial.

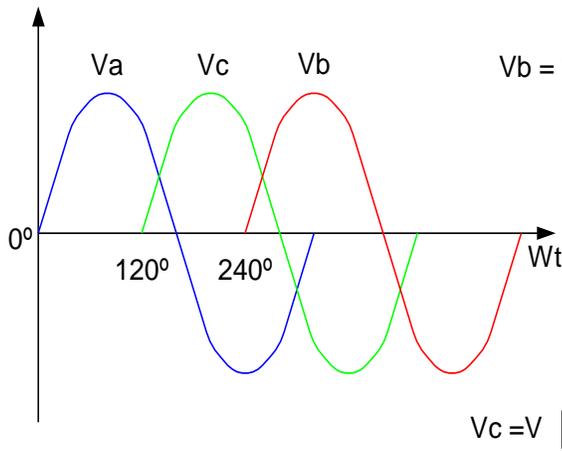


FIGURA 2.9

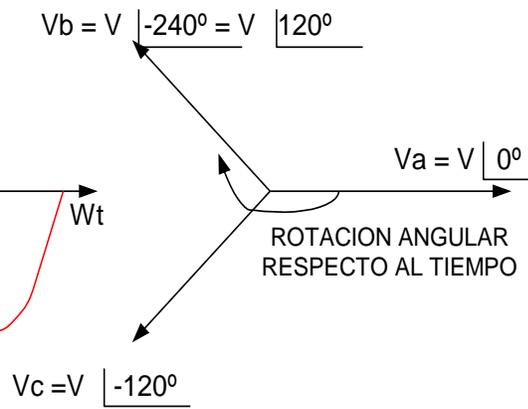


FIGURA 2.10

La secuencia ACB es igual a CBA, y a su vez es igual a BAC.

Podemos resaltar que, únicamente hay dos tipos de secuencia, la positiva y la negativa, y cambiar de secuencia, significa, cambiarle el sentido de giro de la máquina.

2.2.1- CONEXIONES TRIFÁSICAS DE LA FUENTE.

La fuente más importante de voltaje es la fuente trifásica balanceada, esta fuente, como se ilustra en la figura 2.11 en la cual representa un sistema trifásico de cuatro hilo, tiene las siguientes propiedades. Las fases de los voltajes, es decir, el voltaje de cada línea **a**, **b** y **c** al neutro **n**, está dadas por:

$$V_{an} = V_p \angle 0^\circ .$$

$$V_{bn} = V_p \angle -120^\circ . \quad (\text{Ecs. 2.15}).$$

$$V_{cn} = V_p \angle 120^\circ .$$

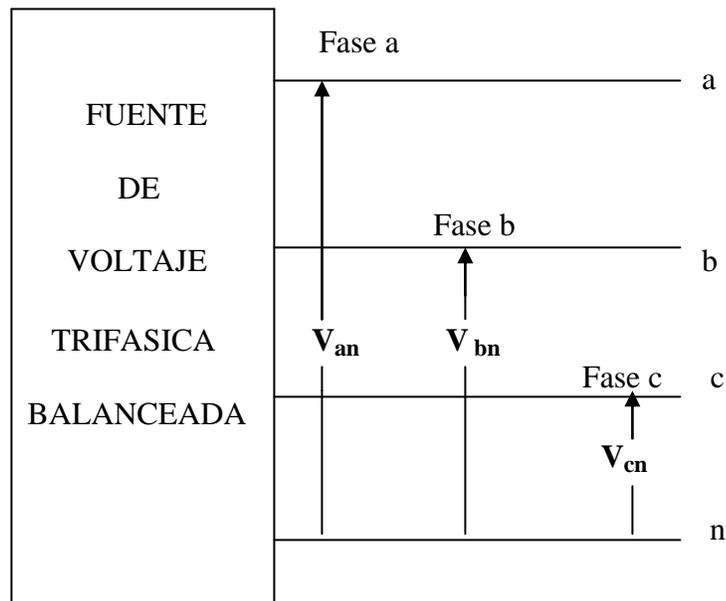


FIGURA 2.11.

El diagrama fasorial para esos voltajes se muestra en la figura 2.12.

La secuencia de fase es **abc** (llamada secuencia de fase positiva), lo que significa que V_{bn} se retrasa de V_{an} por 120° .

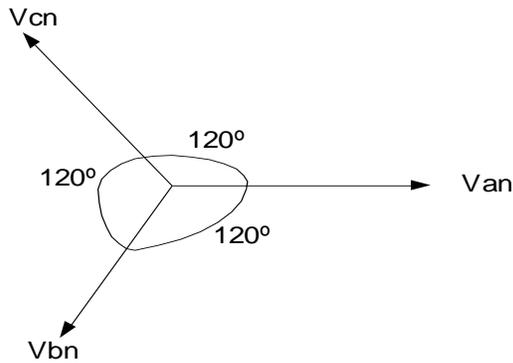


FIGURA 2.12

La relación importante del conjunto de voltaje balanceado es que:

$$V_{an} + V_{bn} + V_{cn} = 0 \quad (\text{Ec. 2.16}).$$

2.2.2.1- FUENTES CONECTADA EN Y (ESTRELLA).

Consideremos la fuente trifásica en estrella cuatro hilo, (tres fases y el neutro) de la figura 2.13, que tiene terminales en línea **a**, **b** y **c** y un terminal neutro **n**. En este caso, se dice que la fuente está **Y – conectada**.

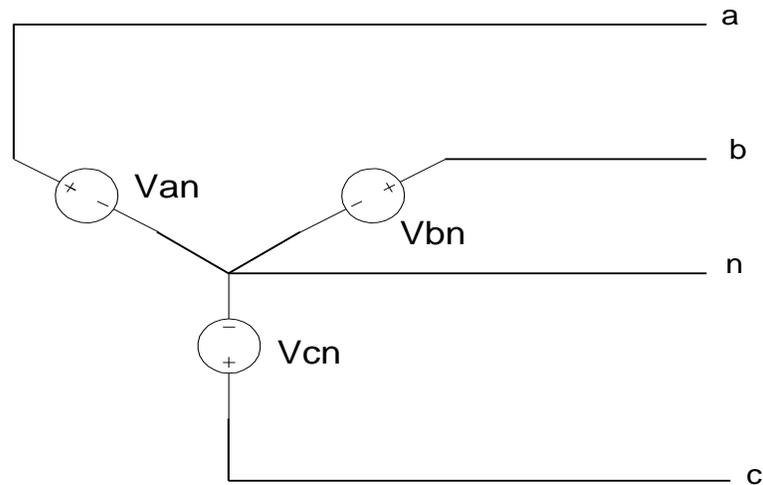


FIGURA 2.13

Los voltajes V_{an} , V_{bn} y V_{cn} entre los terminales de la línea y la terminal neutra se conocen como **voltaje de fase**, y la mayoría de los casos que consideremos están dada por:

- **SECUENCIA POSITIVA, O, abc:**

$$V_{an} = V_p \angle 0^\circ .$$

$$V_{bn} = V_p \angle -120^\circ . \quad (\text{Ecs. 2.17}).$$

$$V_{cn} = V_p \angle 120^\circ .$$

- **SECUENCIA NEGATIVA, O, acb:**

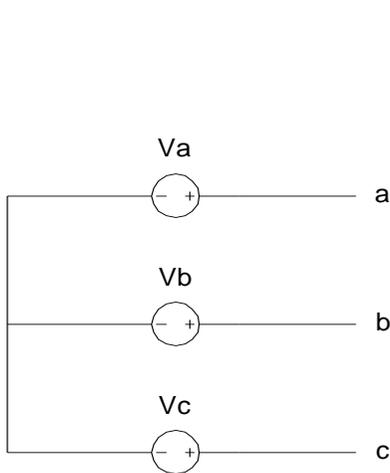
$$V_{an} = V_p \angle 0^\circ .$$

$$V_{bn} = V_p \angle 120^\circ . \quad (\text{Ecs. 2.18}).$$

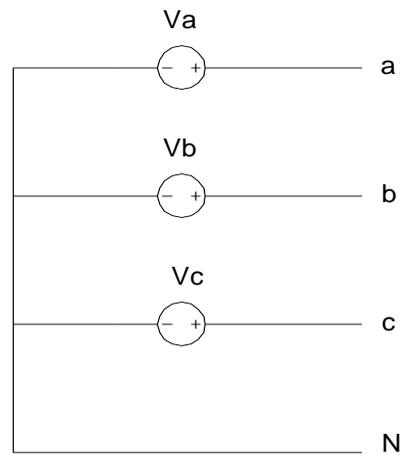
$$V_{cn} = V_p \angle -120^\circ .$$

En ambos casos, cada voltaje de fase tiene la misma magnitud **rms** V_p y las fases están desplazadas 120° , con V_{an} arbitrariamente seleccionado como fasor de referencia, este conjunto de voltaje se conoce como conjunto balanceado y está caracterizado por la ecuación 2.16.

Otra forma de representar la fuente es:



a) TRES HILOS
FIGURA 2.14



b) CUATRO HILOS
FIGURA 2.15

2.2.2.2- FUENTES CONECTADAS EN DELTA.

En la figura 2.16, se observa las fuentes conectadas en delta, (Δ):

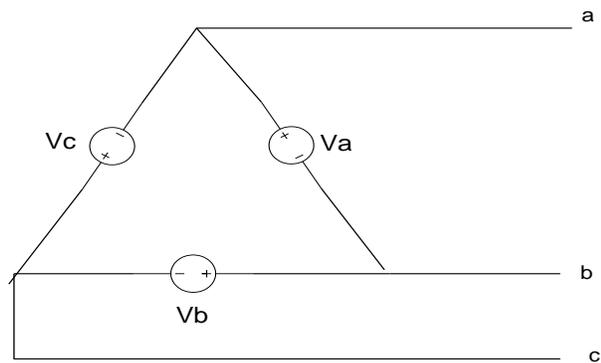


FIGURA 2.16

Esta conexión no se utiliza en la fuente o en los puntos de generación trifásica, debido a que un ligero desbalance en la magnitud o la fase de los voltajes trifásicos no darían una suma igual a cero. El resultado sería una gran corriente circulando por las bobinas del generador que lo calentarían y reducirían su eficiencia⁴.

A diferencia con la conexión en **Y** cuatro hilo, cuando se produce un desbalance en esta conexión, hay una corriente que circula por el neutro **n**, de tal forma que se mantenga balanceado el sistema. En la conexión delta (Δ), no existe el neutro, por lo tanto no es recomendable la utilización de esta conexión en la fuente por la razón explicada anteriormente⁴.

2.2.2- CONEXIONES DE LA CARGA.

Una carga trifásica es la unión de tres cargas monofásicas que pueden ser conectadas de dos maneras, en estrella (**Y**) o en delta (Δ).

Es importante notar, sin embargo, que si las corrientes de carga generadas al conectar una carga a la fuente de potencia que se muestra en la figura 2.11 también están balanceadas, hay dos posibles configuraciones equivalentes para la carga, la

⁴ DORF, CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

carga equivalente está conectada en una configuración **Y (estrella)**, pueden estar conectada en cuatro hilo (tres fases y el neutro) o en tres hilo (tres fase) o **Δ (delta)**.

2.2.3.1- CONEXIÓN Y Y BALANCEADO.

La configuración **Y** balanceada tres hilo, se muestra en la figura 2.17.A y de manera equivalente, pero con cuatro hilo en la figura 2.17.B, la configuración de la estrella de tres hilo, se difiere con la de cuatro, en el neutro, es decir, en la configuración **Y** de tres hilo, únicamente están las tres fases sin el neutro.

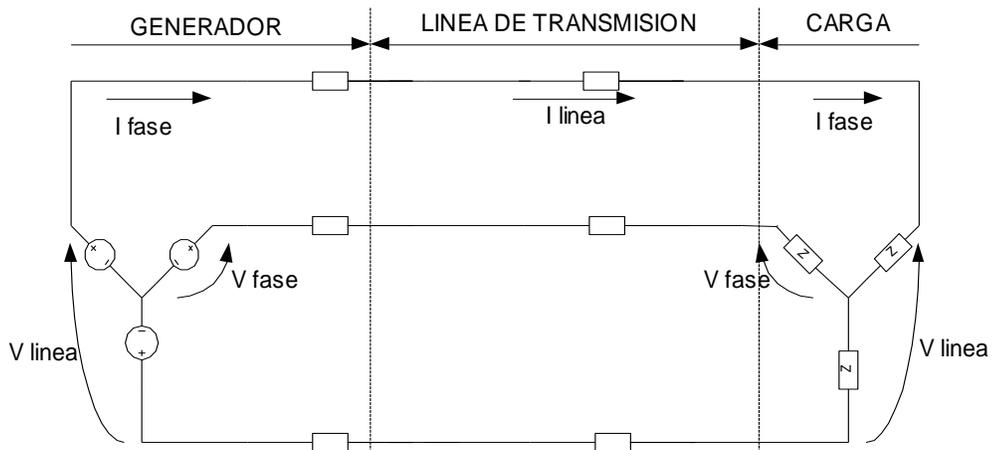


FIGURA 2.17.A

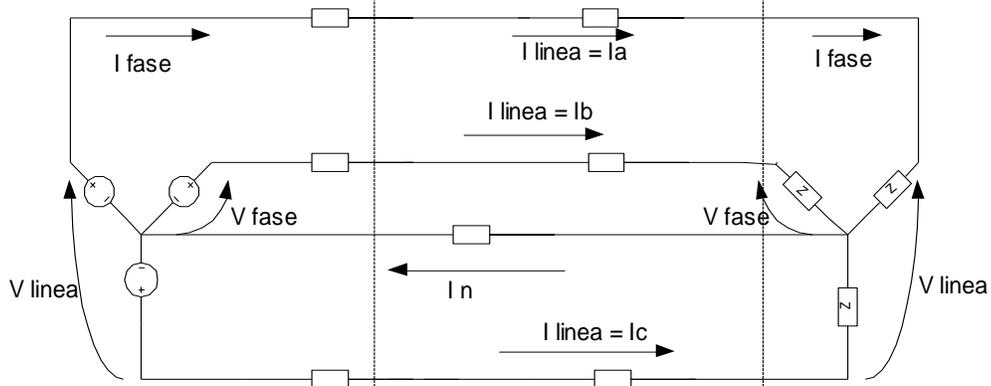


FIGURA 2.17.B

Antes de hablar de las tensiones y corriente, es bueno definir la variable fase y línea.

- **VARIABLE FASE:** está asociada a una fase del generador o de la carga, en la figura 2.17.B, se indica la corriente de fase $I_{\text{fase}} = I_f$ al igual que las tensiones de fase $V_{\text{fase}} = V_f$.
- **VARIABLE LINEA:** está asociada a la línea de transmisión. Las corrientes de línea y tensiones de línea han sido identificadas en la figura 2.17.B como $I_{\text{línea}} = I_L$ al igual que las tensiones de línea $V_{\text{línea}} = V_L$.

A - TENSION DE LINEA Y DE FASE EN UNA CARGA EN Y.

Supongamos que la fuente y la carga están conectada en una **Y** cuatro hilo, como se muestra en la figura 2.17.B.

Los voltajes de fase asumiendo secuencia positiva según las ecuaciones 2.17 son:

$$V_{an} = V_p \angle 0^\circ .$$

$$V_{bn} = V_p \angle -120^\circ . \quad (\text{Ecs. 2.19}).$$

$$V_{cn} = V_p \angle 120^\circ .$$

Donde V_p , el voltaje de fase, es la magnitud del voltaje fasorial del neutro a cualquier línea, pueden calcularse usando **LVK**, (ley de voltaje de KIRCHHOF, dice, todo circuito cerrado la suma algebraica de los voltajes, es igual a cero), si calculamos la tensión entre los puntos **a** y **b** de la figura 2.17.B, nos queda:

$$V_{ab} = V_{an} - V_{bn}.$$

$$V_{ab} = V_p \angle 0^\circ - V_p \angle -120^\circ .$$

$$\mathbf{V}_{ab} = \mathbf{V}_p - \mathbf{V}_p * \left[-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right].$$

$$\mathbf{V}_{ab} = \mathbf{V}_p * \left[\frac{3}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right].$$

$$\mathbf{V}_{ab} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle 30^\circ. \quad (\text{Ec. 2.20}).$$

De manera similar, obtenemos el conjunto de voltajes de línea a línea como:

$$\mathbf{V}_{ab} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle 30^\circ.$$

$$\mathbf{V}_{bc} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle -90^\circ. \quad (\text{Ecs. 2.21}).$$

$$\mathbf{V}_{ca} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle -210^\circ.$$

Podemos concluir que en una conexión en **Y**, el voltaje línea a línea es $\sqrt{3}$ veces el voltaje de fase, ($\mathbf{V}_L = \sqrt{3} \mathbf{V}_p$) y tiene un desfase de 30° , (**el voltaje de línea \mathbf{V}_{ab} está adelantando al voltaje de fase \mathbf{V}_{an} en 30° , \mathbf{V}_{bc} se adelanta a \mathbf{V}_{bn} en 30° , y \mathbf{V}_{ca} se adelanta a \mathbf{V}_{cn} en 30°**).

La representación fasorial de los voltajes de fase y de línea en un sistema **Y – Y** balanceado se muestra en la figura 2.18.

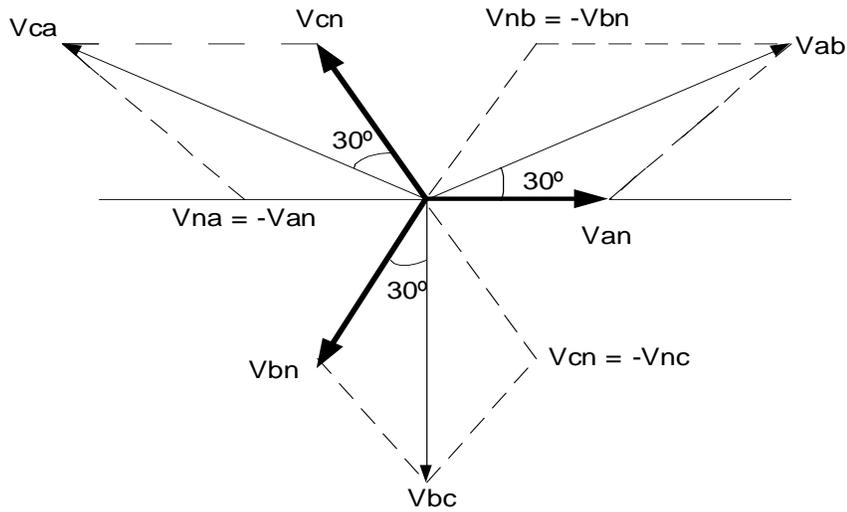


FIGURA 2.18

B- CORRIENTE DE LÍNEA, FASE Y NEUTRO EN UNA CARGA EN Y.

Como se muestra en la figura 2.17.B, la corriente de línea para la fase a es:

$$V_{an} = I_a * Z, \quad (\text{Ec. 2.22}).$$

Despejando I_a de la ecuación 2.22, nos queda:

$$I_a = \frac{V_{an}}{Z} \quad (\text{Ec. 2.23}).$$

De la ecuación 2.20, $V_{an} = V_p \angle 0^\circ$, lo sustituimos en la ecuación 2.23, nos queda:

$$I_a = \frac{V_p \angle 0^\circ}{Z \angle \Phi} \quad (\text{Ec. 2.24}).$$

Donde I_b e I_c tienen la misma magnitud pero se retrasan de I_a por 120° y 240° , respectivamente.

Podemos concluir que en la conexión $\mathbf{Y} - \mathbf{Y}$, de la figura 2.17.B, la corriente en la línea que conecta la fuente a la carga es la misma que la corriente de fase que fluye a través de la impedancia \mathbf{Z} , por consiguiente, en una conexión $\mathbf{Y} - \mathbf{Y}$, tenemos que:

$$\mathbf{I}_L = \mathbf{I}_F \quad (\text{Ec. 2.25}).$$

Donde \mathbf{I}_L es la magnitud de la corriente de línea e \mathbf{I}_F es la magnitud de la corriente en una carga conectada en \mathbf{Y} .

Es importante notar que aunque tenemos un sistema trifásico compuesto de tres fuentes y tres cargas, podemos analizar sólo una fase y usar la secuencia de fase para obtener los voltajes y corrientes de otras fases. Esto es un resultado directo de la condición balanceada. Podemos tener, incluso, impedancia presentes en las líneas, sin embargo, mientras el sistema permanezca balanceado, necesitamos analizar solo una fase. Si las impedancias de línea en las líneas **a**, **b** y **c** son iguales, el sistema estará balanceado, El balance del sistema, no se afecta por lo que aparezca en la línea neutra, y como la impedancia de la línea neutra es arbitraria, suponemos que es cero (es decir, un corto circuito).

La corriente neutro \mathbf{I}_n , aplicando la ley de KIRCHHOF DE CORRIENTE, (la ley anuncia que la suma algebraica de las corrientes eléctricas en un nodo debe ser igual a cero, dicho de otra forma, las corrientes que entran en un nodo es igual a las corrientes que salen de ese mismo nodo), de la figura 2.17.B es:

$$\mathbf{I}_n = \mathbf{I}_a + \mathbf{I}_b + \mathbf{I}_c \quad (\text{Ec. 2.26}).$$

Por ser un sistema balanceado, no hay corriente en el neutro, este conductor puede tener cualquier impedancia o puede ser un circuito abierto o un corto circuito, por lo tanto, la ecuación 2.21 queda:

$$I_n = I \angle -\phi + I \angle (-\phi - 120) + I \angle (-\phi + 120) \quad (\text{Ec. 2.27}).$$

$$I_n = 0 \quad (\text{Ec. 2.28}).$$

El neutro, en condiciones de la carga balanceada, no circula corriente en ella, por lo tanto se puede despreciar, el neutro únicamente se utiliza en sistemas desbalanceado, ya que si hay una circulación de corriente en ella.

La representación fasorial de la corriente de línea y de fase de en un sistema Y – Y balanceado se muestra diagrama 2.19.

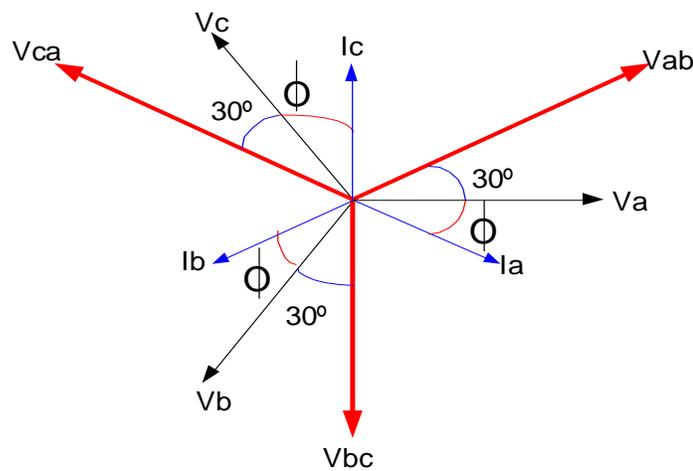


FIGURA 2.19

C- CARACTERÍSTICA GENERALES DEL DIAGRAMA FASORIAL TRIFÁSICO DE UNA CARGA Y EQUILIBRADA.

- La tensión de línea tiene una magnitud $\sqrt{3}$ veces la tensión de fase.

- La tensión de línea adelanta 30° a la tensión de fase correspondiente.
- La tensión de línea adelanta $(30^\circ + \phi)$ a la corriente de línea correspondiente.

2.2.3.2- CONEXIÓN Y – Δ BALANCEADO.

La configuración Y – Δ se muestra en la figura 2.20.

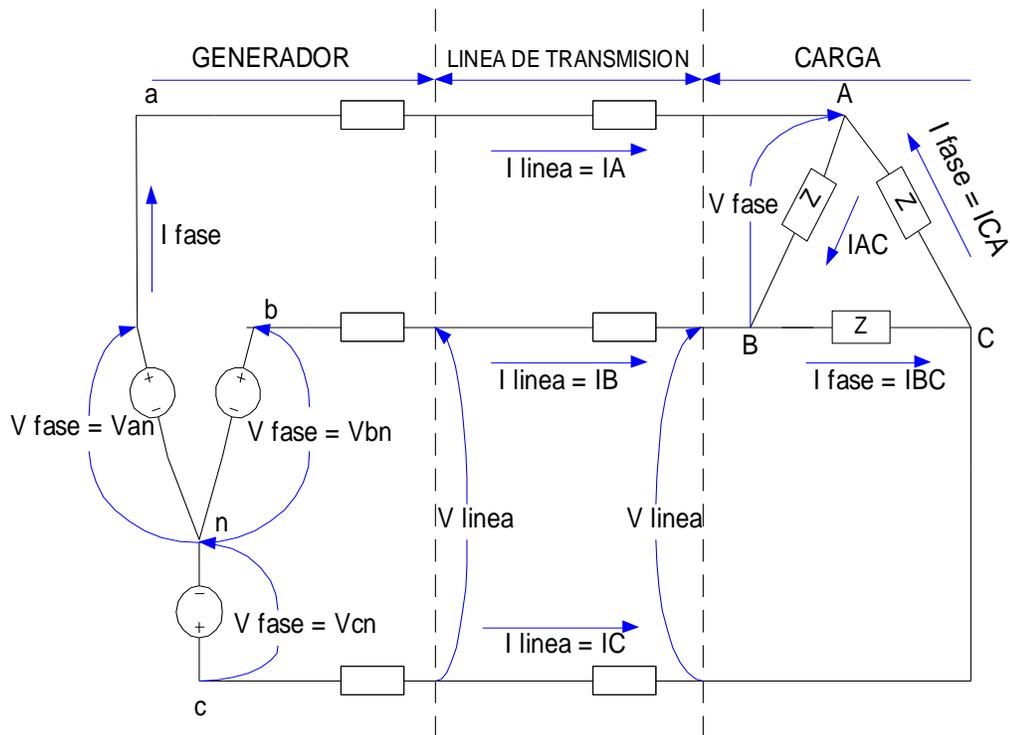


FIGURA 2.20

D- TENSION DE LINEA Y DE FASE EN UNA CARGA EN DELTA (Δ).

Supongamos que la fuente y la carga están conectadas en una Y - Δ , como se muestra en la figura 2.20.

De la ecuación 2.21, tenemos las tensiones de línea de las fuentes conectada en Y.

$$\mathbf{V}_{ab} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle 30^\circ .$$

$$\mathbf{V}_{bc} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle -90^\circ . \quad (\text{Ecs. 2.29}).$$

$$\mathbf{V}_{ca} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle -210^\circ .$$

Si observamos la figura 2.20, los voltajes de línea a línea de las fuentes en \mathbf{Y} son iguales a los voltajes de fase a través de las impedancias en Δ , por lo tanto:

$$\mathbf{V}_{ab} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle 30^\circ = \mathbf{V}_{AB} = \mathbf{V}_{LINEA} \angle 30^\circ$$

$$\mathbf{V}_{bc} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle -90^\circ = \mathbf{V}_{BC} = \mathbf{V}_{LINEA} \angle -90^\circ \quad (\text{Ecs. 2.30}).$$

$$\mathbf{V}_{ca} = \sqrt{3} * \mathbf{V}_p \angle -210^\circ = \mathbf{V}_{CA} = \mathbf{V}_{LINEA} \angle -210^\circ$$

Podemos concluir de las ecuaciones 2.30, que las tensiones de fase es igual a las tensiones de línea en una conexión $\mathbf{Y} - \Delta$.

$$\mathbf{V}_{FASE} (\mathbf{Y}) = \mathbf{V}_{LINEA} (\Delta) \quad (\text{Ec. 2.31}).$$

La representación fasorial de la tensión de línea y de fase de en un sistema $\mathbf{Y} - \Delta$ balanceado se muestra en la figura 2.21.

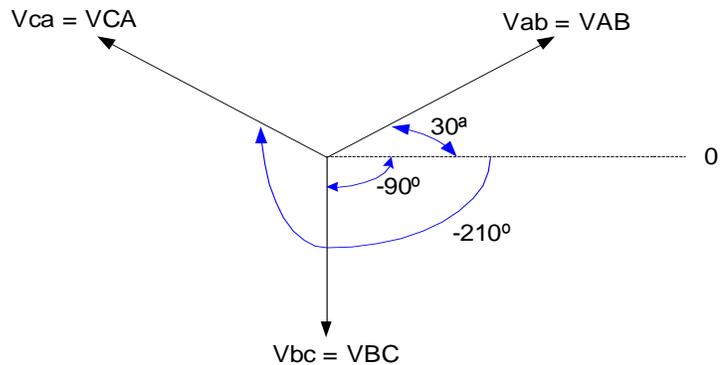


FIGURA 2.21

E- CORRIENTE DE LÍNEA Y DE FASE EN UNA CARGA EN DELTA (Δ).

Como se muestra en la figura 2.20, y aplicando la **Ley de corriente de Kirchhoff**, la relación entre la corriente de línea y de fase es:

$$\mathbf{I}_A = \mathbf{I}_{AB} - \mathbf{I}_{CA}$$

$$\mathbf{I}_B = \mathbf{I}_{BC} - \mathbf{I}_{AB} \quad (\text{Ec. 2.32}).$$

$$\mathbf{I}_C = \mathbf{I}_{CA} - \mathbf{I}_{BC}$$

Si $\mathbf{I}_{AB} = I \angle \Phi$, entonces $\mathbf{I}_{CA} = I \angle (\Phi + 120^\circ)$ para la secuencia ABC, de la ecuación 2.32, tenemos que:

$$\mathbf{I}_A = \mathbf{I}_{AB} - \mathbf{I}_{CA}$$

$$\mathbf{I}_A = I * \text{COS}(\Phi) + j * I * \text{SEN}(\Phi) - I * \text{COS}(\Phi + 120^\circ) - j * I * \text{SEN}(\Phi + 120^\circ).$$

$$\mathbf{I}_A = -2 * I * \text{SEN}(\Phi + 60^\circ) * \text{SEN}(-60^\circ) + j * 2 * I * \text{COS}(\Phi + 60^\circ) * \text{SEN}(-60^\circ).$$

$$\mathbf{I}_A = \sqrt{3} * I * (\text{SEN}(\Phi + 60^\circ) - j * \text{COS}(\Phi + 60^\circ)).$$

$$\mathbf{I}_A = \sqrt{3} * I * (\text{COS}(\Phi - 30^\circ) - j * \text{SEN}(\Phi - 30^\circ)).$$

$$I_A = \sqrt{3} * I \angle(\Phi - 30^\circ) \text{ Amp.} \quad (\text{Ec. 2.33}).$$

De la ecuación 2.33, podemos concluir que la magnitud de la corriente de línea es $\sqrt{3}$ veces la corriente de fase, y está desfasada en -30° la corriente de fase.

$$I_{\text{LINEA}} = \sqrt{3} I_{\text{FASE}} \quad (\text{Ec. 2.34}).$$

La representación fasorial de la corriente de línea y de fase de en un sistema Y – Δ balanceado se muestra en la figura 2.22.

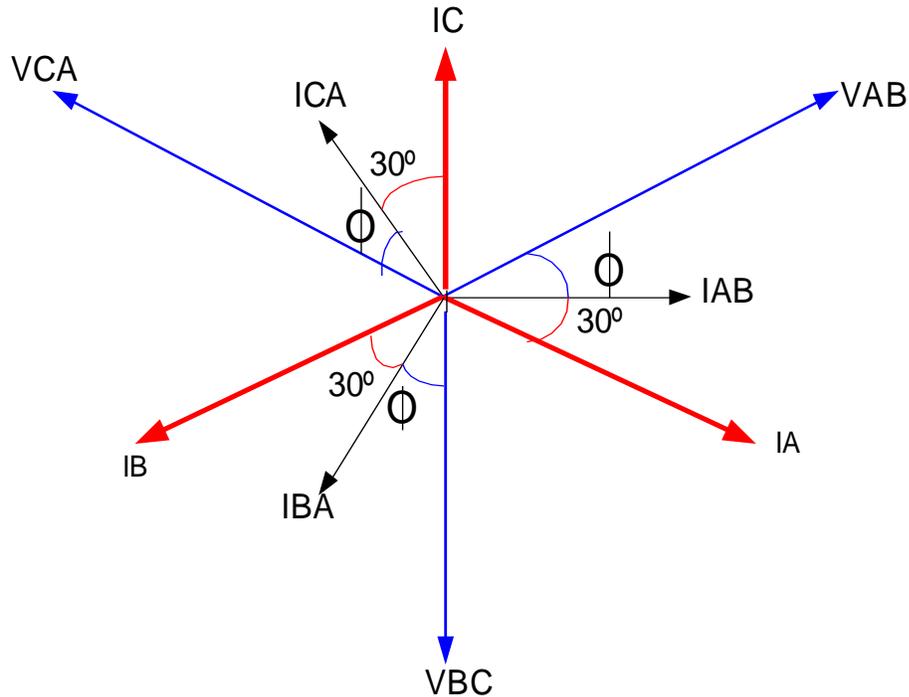


FIGURA 2.22

F- CARACTERÍSTICA GENERALES DEL DIAGRAMA FASORIAL TRIFÁSICO DE UNA CARGA Δ EQUILIBRADA.

- La corriente de línea tiene una magnitud $\sqrt{3}$ veces la corriente de fase.

- La corriente de fase adelanta 30° a la corriente de línea correspondiente.
- La tensión de línea adelanta $(30^\circ + \phi)$ a la corriente de línea correspondiente.

2.2.3- POTENCIA TRIFÁSICA EN CARGA BALANCEADAS.

A- POTENCIA ACTIVA O REAL DE LA CARGA.

La potencia total activa entregada a la carga trifásica balanceada en la conexión **Y** es:

Partiendo de una potencia monofásica, tenemos que:

$$P_{1\Phi} = V_{fase} * I_{fase} * \cos(\theta) \quad (\text{Ec. 2.35}).$$

La potencia trifásica es la suma de la potencia monofásica para cada fase.

$$P_{3\Phi} = V_{fase} * I_{fase} * \cos(\theta) + V_{fase} * I_{fase} * \cos(\theta) + V_{fase} * I_{fase} * \cos(\theta) \quad (\text{Ec. 2.36}).$$

$$P_{3\Phi} = 3 * P_{1\Phi}$$

$$P_y = 3 * V_A * I_A * \cos(\theta) \quad (\text{Ec. 2.37}).$$

Donde $\cos(\theta)$ es el factor de potencia y θ el ángulo entre el voltaje de fase y la corriente de fase, siendo V_A e I_A valores efectivos.

Es más fácil medir el voltaje línea –línea y la corriente de línea de un circuito. Recordemos además, que la corriente de línea en una conexión **Y** es igual a la corriente de fase y que el voltaje de fase es para la configuración **Y** de la carga:

$$V_{fase} = \frac{1}{\sqrt{3}} * V_{linea} \quad (\text{Ec. 2.38}).$$

Sustituyendo la ecuación 2.38 en la ecuación 2.37, nos queda:

$$P = \frac{3}{\sqrt{3}} * V_{linea} * I_{linea} * \cos(\theta).$$

$$P = \sqrt{3} * V_{linea} * I_{linea} * \cos(\theta). \quad (\text{Ec. 2.39}).$$

La potencia activa entregada a una carga Δ es:

Partiendo de una potencia monofásica, tenemos que:

$$P_{1\Phi} = V_{fase} * I_{fase} * \cos(\theta) \quad (\text{Ec. 2.40}).$$

La potencia trifásica es la suma de la potencia monofásica para cada fase.

$$P_{3\Phi} = V_{fase} * I_{fase} * \cos(\theta) + V_{fase} * I_{fase} * \cos(\theta) + V_{fase} * I_{fase} * \cos(\theta) \quad (\text{Ec. 2.41}).$$

$$P_{\Delta} = 3 * P_{AB}$$

$$P_{\Delta} = 3 * V_{AB} * I_{AB} * \cos(\theta) \quad (\text{Ec. 2.42}).$$

Como en una carga conectada en Δ el voltaje línea a línea, es igual al voltaje de fase y la corriente de fase se relaciona con la de la línea por:

$$I_{fase} = \frac{1}{\sqrt{3}} * I_{linea} \quad (\text{Ec. 2.43}).$$

Sustituyendo la ecuación 2.34 a la ecuación 2.33, nos queda:

$$P = \frac{3}{\sqrt{3}} * V_{linea} * I_{linea} * \cos(\theta).$$

$$P = \sqrt{3} * V_{linea} * I_{linea} * \cos(\theta). \quad (\text{Ec. 2.44}).$$

Podemos concluir que, cuando estamos trabajando con voltaje de fase y corriente de fase, no importa su configuración, la potencia activa o real es:

$$P = 3 * V_{FASE} * I_{FASE} * \cos(\theta). \quad (\text{Ec. 2.45}).$$

Cuando estamos trabajando con voltaje de línea y corriente de línea, sin importar su configuración, la potencia activa o real es:

$$P = \sqrt{3} * V_{\text{línea}} * I_{\text{línea}} * \text{COS}(\theta) . \quad (\text{Ec. 2.46}).$$

B- POTENCIA REACTIVA DE LA CARGA.

La potencia total reactiva entregada a la carga trifásica balanceada en la conexión **Y** es, partiendo de una potencia monofásica:

$$Q_{1\Phi} = V_{\text{fase}} * I_{\text{fase}} * \text{SEN}(\theta) \quad (\text{Ec. 2.47}).$$

La potencia trifásica es la suma de la potencia monofásica.

$$Q_{3\Phi} = V_{\text{fase}} * I_{\text{fase}} * \text{SEN}(\theta) + V_{\text{fase}} * I_{\text{fase}} * \text{SEN}(\theta) + V_{\text{fase}} * I_{\text{fase}} * \text{SEN}(\theta) \quad (\text{Ec. 2.48}).$$

$$Q_{3\Phi} = 3 * Q_{1\Phi} \quad (\text{Ec. 2.49}).$$

$$Q_{\Delta} = 3 * V_A * I_A * \text{SEN}(\theta) \quad (\text{Ec. 2.50}).$$

Donde θ es el ángulo entre el voltaje de fase y la corriente de fase, siendo V_A e I_A valores efectivos.

Es más fácil medir el voltaje línea –línea y la corriente de línea de un circuito. Recordemos además, que la corriente de línea en una conexión **Y** es igual a la corriente de fase y que el voltaje de fase es para la configuración **Y** de la carga:

$$V_{\text{fase}} = \frac{1}{\sqrt{3}} * V_{\text{línea}} \quad (\text{Ec. 2.51}).$$

Sustituyendo la ecuación 2.51 en la ecuación 2.50, nos queda:

$$Q = \frac{3}{\sqrt{3}} * V_{\text{línea}} * I_{\text{línea}} * \text{SEN}(\theta) .$$

$$Q = \sqrt{3} * V_{\text{línea}} * I_{\text{línea}} * \text{SEN}(\theta) . \quad (\text{Ec. 2.52}).$$

La potencia reactiva entregada a una carga Δ es, partiendo de una potencia monofásica:

$$Q_{1\Phi} = V_{fase} * I_{fase} * \text{SEN}(\theta) \quad (\text{Ec. 2.53}).$$

La potencia trifásica es la suma de la potencia monofásica.

$$Q_{3\Phi} = V_{fase} * I_{fase} * \text{SEN}(\theta) + V_{fase} * I_{fase} * \text{SEN}(\theta) + V_{fase} * I_{fase} * \text{SEN}(\theta) \quad (\text{Ec. 2.54}).$$

$$Q_{3\Phi} = 3 * Q_{1\Phi} \quad (\text{Ec. 2.55}).$$

$$Q_{\Delta} = 3 * Q_{AB}$$

$$Q_{\Delta} = 3 * V_{fase} * I_{fase} * \text{SEN}(\theta) \quad (\text{Ec. 2.56}).$$

Como en una carga conectada en Δ el voltaje línea a línea, es igual al voltaje de fase y la corriente de fase se relaciona con la de la línea por:

$$I_{fase} = \frac{1}{\sqrt{3}} * I_{linea} \quad (\text{Ec. 2.57}).$$

Sustituyendo la ecuación 2.57 a la ecuación 2.56, nos queda:

$$Q = \frac{3}{\sqrt{3}} * V_{linea} * I_{linea} * \text{SEN}(\theta).$$

$$Q = \sqrt{3} * V_{linea} * I_{linea} * \text{SEN}(\theta). \quad (\text{Ec. 2.58}).$$

Usando la notación L para la línea a línea:

$$Q = \sqrt{3} * V_{linea} * I_{linea} * \text{SEN}(\theta). \quad (\text{Ec. 2.59}).$$

Podemos concluir que, cuando estamos trabajando con voltaje de fase y corriente de fase, no importa su configuración, la potencia reactiva es:

$$Q = 3 * V_{Fase} * I_{Fase} * \text{SEN}(\theta). \quad (\text{Ec. 2.60}).$$

Cuando estamos trabajando con voltaje de línea y corriente de línea, sin importar su configuración, la potencia reactiva es:

$$Q = \sqrt{3} * V_{Linea} * I_{Linea} * \text{SEN}(\theta). \quad (\text{Ec. 2.61}).$$

C- POTENCIA APARENTE DE LA CARGA.

La magnitud de la potencia aparente, o, potencia compleja es:

$$S_{3\theta}^2 = P_{3\theta T}^2 + Q_{3\theta T}^2 \quad (\text{Ec. 2.62}).$$

Sustituyendo la ecuación 2.46 y la ecuación 2.61 en la ecuación 2.62, tenemos:

$$S^2 = [\sqrt{3} * V_L * I_L * \text{COS}(\theta)]^2 + [\sqrt{3} * V_L * I_L * \text{SEN}(\theta)]^2.$$

$$S^2 = 3 * V_L^2 * I_L^2 * \text{cos}^2(\theta) + 3 * V_L^2 * I_L^2 * \text{sen}^2(\theta).$$

$$S^2 = 3 * V_L^2 * I_L^2 * [\text{cos}^2(\theta) + \text{sen}^2(\theta)].$$

Recordando que $\text{cos}^2(\theta) + \text{sen}^2(\theta) = 1$,

$$S^2 = 3 * V_L^2 * I_L^2.$$

$$S_T = \sqrt{3} * V_L * I_L \quad (\text{Ec. 2.63}).$$

Cuando estamos trabajando con voltaje de línea y corriente de línea, sin importar su configuración, la potencia aparente o compleja es la mostrada en la ecuación 2.63.

Cuando estamos trabajando con voltaje de fase y corriente de fase, no importa su configuración, la potencia aparente o compleja es la mostrada en la ecuación 2.64.

$$S_T = 3 * V_{FASE} * I_{FASE} \quad (\text{Ec. 2.64}).$$

D- CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.

El factor de potencia se define como la relación de la potencia activa, (kW) a la potencia aparente total en (kVA):

$$\mathbf{FP = \frac{kW}{kVA}} \quad \text{(Ec. 2.65).}$$

Trigonométricamente:

$$\mathbf{FP = \frac{kW}{kVA} = \text{coseno}(\theta)} \quad \text{(Ec. 2.66).}$$

Se dice que el factor de potencia $\mathbf{Fp = COS(\theta)}$ es atraso, cuando la carga es inductiva, es decir, la tensión adelanta 90° a la corriente, tal como se muestra en la figura 2.23.

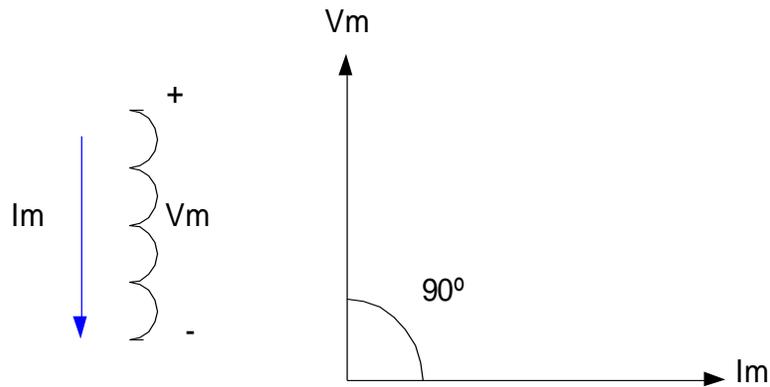


FIGURA 2.23

Se dice que el factor de potencia $\mathbf{Fp = COS(\theta)}$ es de adelanto, cuando la carga es capacitiva, es decir, la corriente adelanta 90° a la tensión, tal como se muestra en la figura 2.24.

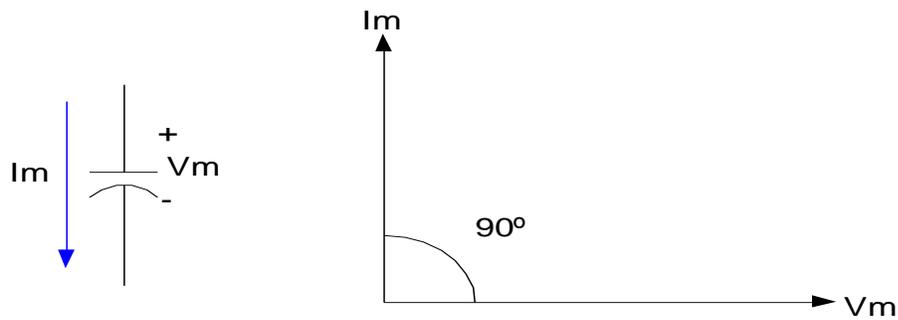


FIGURA 2.24

El método más comúnmente usado para mejorar el factor de potencia de un sistema trifásico, es la colocación de banco de capacitores, en la cual es el método más simple y económico y no requieren de motores adicionales de mayor capacidad.

Cuando los capacitores se aplican adecuadamente a un sistema, suministran la corriente reactiva de magnetización y eliminan la corriente reactiva del circuito del sistema, mejorando así el factor de potencia global.

Los capacitores también mejoran la eficiencia de una planta industrial, liberando la capacidad eléctrica del sistema (**kVA**), elevando el nivel de voltaje y reduciendo las pérdidas para poder admitir cargas adicionales en el mismo sistema.

Los capacitores se colocan en paralelo, ya que si falla alguno de ellos, no deja fuera de servicio al sistema. En la figura 2.25, se ilustra la conexión del banco de condensadores en un sistema trifásico cualquiera.

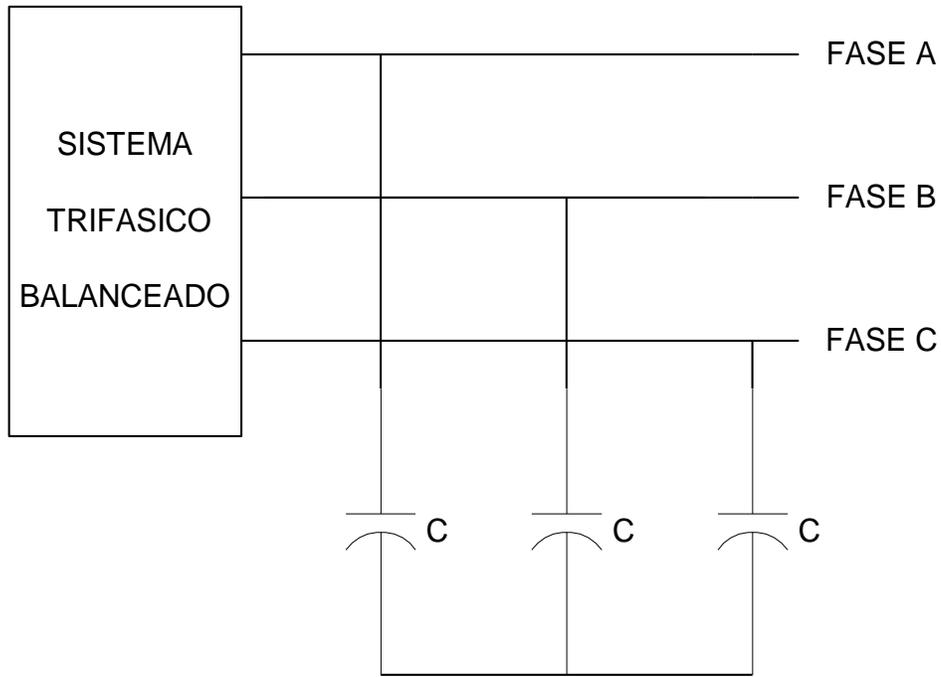


FIGURA 2.25

Para calcular la corrección del factor de potencia, se aplicará el método gráfico, que es el método más sencillo, el gráfico, es un triángulo rectángulo, en la cual se puede ver con claridad la ubicación de las potencia reales, antes de corregir el factor de potencia, y las potencia después de corregir el factor de potencia, cabe resaltar que, la potencia activa (**kW**) no cambia, se mantiene constante, lo que cambia es la potencia aparente (**kVA**) y la potencia reactiva (**kVAr**), en la figura 2.26, se ilustra el gráfico.

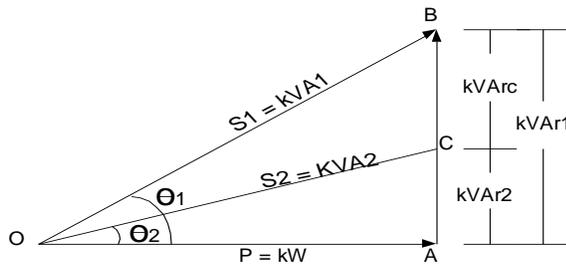


FIGURA 2.26

A una escala conveniente, se traza una línea horizontal que representa los $\mathbf{Kw} = \mathbf{P}$ (línea O – A de la figura 2.26). A partir del punto A, se traza una línea vertical (línea A – B de la figura 2.26). Desde el punto O, se traza una línea a un ángulo θ_1 hasta el punto B. El coseno del ángulo θ_1 , es el factor de potencia antes de la corrección, este factor de potencia puede estar expresado en porcentaje, es decir, si el factor de potencia es 0.8, también se puede decir 80%. La línea A – B, representa la carga de los $\mathbf{kVar}_1 = \mathbf{Q}_1$ demandados de la línea de alimentación. Desde el punto O, se traza la línea O – C, a un ángulo θ_2 con la línea O – A, el coseno del ángulo θ_2 , corresponde al factor de potencia en la cual se quiere corregir. La línea A – C, representa la carga de los $\mathbf{kVar}_2 = \mathbf{Q}_2$ demandados de la línea de alimentación con el factor de potencia deseado. La línea C – B, representa los $\mathbf{kVar}_c = \mathbf{Q}_c$ de los capacitores o banco de capacitores necesarios para mejorar el factor de potencia deseado, la línea de alimentación proporcionará la diferencia entre los \mathbf{kVar}_1 (la línea A – B) y los \mathbf{kVar}_2 (la línea A – C), proporcionados por los capacitores en \mathbf{kVar}_c (la línea C – B).

Los \mathbf{kW} , representa la potencia activa, es un dato conocido, y nunca varía, es decir, es un dato fijo.

Los \mathbf{kVA}_1 , representa la demanda o potencia aparente, es un dato conocido, y la idea de la colocación de los condensadores es reducir dicha demanda, ya que representa el costo de consumo de una empresa.

El ángulo θ_1 , es un dato conocido, en la cual se puede calcular el factor de potencia del sistema antes de corregirlo, y es lo que se quiere mejorar, para reducir la demanda.

$$\mathbf{FP} = \mathbf{COS}(\theta_1). \quad \mathbf{(Ec. 2.67).}$$

Los $k\text{VAr}_1$, es la potencia reactiva calculada con el factor de potencia conocido.

$$Q_1^2 = S_1^2 - P^2 \quad (\text{Ec. 2.68}).$$

El ángulo θ_2 , es el ángulo en la cual se quiere corregir el factor de potencia, con la finalidad de reducir la demanda al sistema, y a su vez reducir el costo de consumo de una industria.

$$\text{FP} = \text{COS}(\theta_2). \quad (\text{Ec. 2.69}).$$

Los $k\text{VA}_2$, es la potencia aparente o la nueva demanda que tiene el sistema al corregir el factor de potencia.

$$S_2 = \text{COS}(\theta_2) * P \quad (\text{Ec. 2.70}).$$

Los $k\text{VAr}_2$, es la potencia reactiva calculada con el nuevo factor de potencia.

$$Q_2^2 = S_2^2 - P^2 \quad (\text{Ec. 2.71}).$$

Los $k\text{VAr}_c$, es la potencia reactiva que requiere los condensadores para mejorar o corregir el factor de potencia.

$$k\text{VAr}_c = k\text{VAr}_1 - k\text{VAr}_2 \quad (\text{Ec. 2.72}).$$

$$k\text{VAr}_c = P * (\text{Tang}(\theta_1) - \text{Tang}(\theta_2)) \quad (\text{Ec. 2.73}).$$

Una vez conocido la potencia reactiva, que la llamaremos Q_c , que requiere los condensadores, procedemos a calcular el valor de C de los condensadores:

$$Q_c = \frac{V^2}{X_c} \quad (\text{Ec. 2.74}).$$

X_c , es la reactancia del condensador expresada como:

$$X_c = \frac{1}{W * C} \quad (\text{Ec. 2.75}).$$

Sustituyendo la ecuación 2.75 en la ecuación 2.74, nos queda:

$$Q_c = V^2 * W * C \quad (\text{Ec. 2.76}).$$

Despejando a C de la ecuación 2.76, nos queda:

$$C = \frac{Q_c}{W * V^2} \quad (\text{Ec. 2.77}).$$

Donde V , es la tensión de línea y W , es la velocidad angular expresada en radianes por segundo, y es igual a:

$$W = 2 * \Pi * f \quad (\text{Ec. 2.78}).$$

F es la frecuencia en Hertz, su valor típico es 60.

2.2.4- MEDICIÓN DE POTENCIA.

2.2.5.1- Medición de potencia con un vatímetro.

El vatímetro es un instrumento que se utiliza para la medición de potencia activa efectiva.

Este instrumento se diseña de tal manera que su lectura sea proporcional a $V_p * I_c * \cos(\Phi)$, mediante la ubicación de dos bobinas como indica en la figura 2.27.

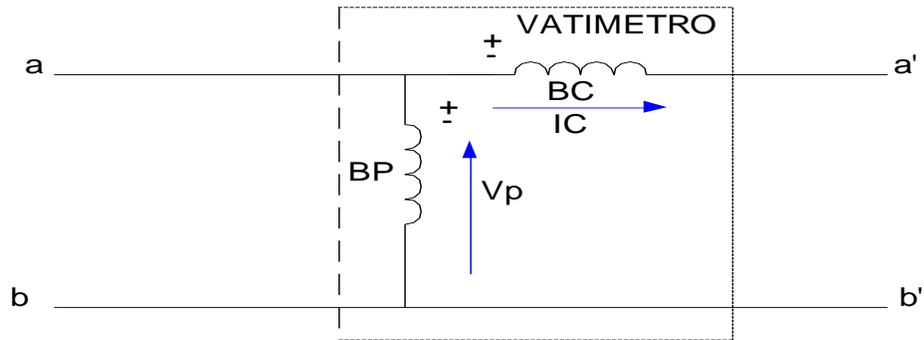


FIGURA 2.27

Donde:

B_p = es la bobina voltimétrica encargada de la medida V_p

B_c = es la bobina amperimétrica encargada de tomar la medida de I_c .

2.2.5.2- Medición de potencia con dos vatímetros.

En muchas configuraciones de la carga, por ejemplo, en un motor trifásico, la corriente o el voltaje de fase son inaccesibles. Sería conveniente medir la potencia con un vatímetro conectado a cada fase. Sin embargo, como se dispone de las fases, se miden las corrientes de línea y los voltajes de línea a línea. Un vatímetro proporciona la lectura de:

$$P = V * I * \cos(\theta) \quad (\text{Ec. 2.79}).$$

Siendo V e I las magnitudes rms y θ el ángulo entre V e I . Se prefiere medir V_L e I_L , el voltaje y la corriente de línea. Se demostrara que dos vatímetros, son suficientes para leer la potencia entregada a la carga trifásica, como aparece en la figura 2.28.

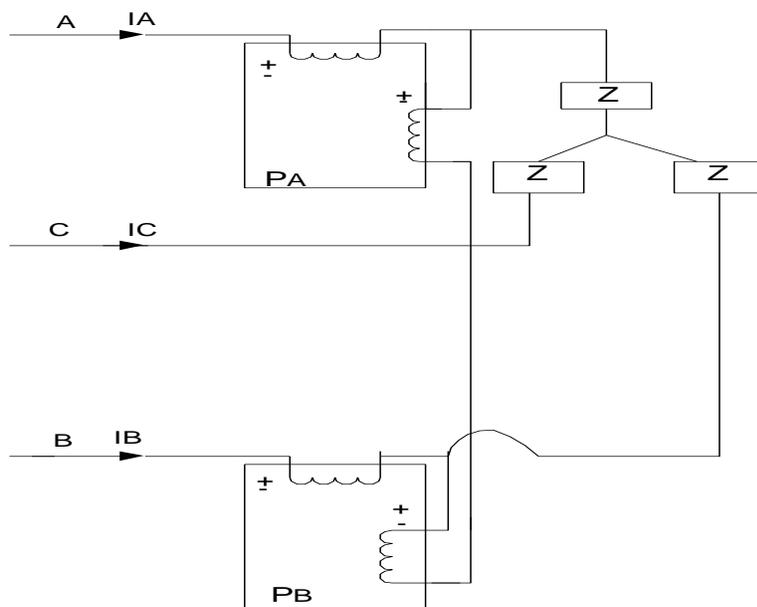


FIGURA 2.28

El método de los dos vatímetros para medición de potencia, siempre puede usarse cuando la carga esta balanceada, pero en el caso desbalanceado, es valida solo para una carga trifilar, es decir, una carga con conductor no neutro. En general, si hay tres alambres de la fuente a la carga, se requieren $n - 1$ vatímetros.

De la figura 2.28, la potencia total medida por el método de dos vatímetros es:

$$P_T = P_A + P_B = |V_{AC}| * |I_{aA}| * \cos(\angle VAC - \angle IaA) + |V_{AC}| * |I_{aA}| * \cos(\angle VBC - \angle IbB). \quad (\text{Ec. 2.80}).$$

Donde, por ejemplo, $\angle VAC$ representa el ángulo de fase del voltaje V_{AC} .

El método de los dos vatímetros también puede usarse para calcular el ángulo del factor de potencia si la carga esta balanceada aplicando la siguiente ecuación:

$$\theta = \tan g^{-1} \left[\frac{\sqrt{3} * (PA - PB)}{PA + PB} \right] \quad (\text{Ec. 2.81}).$$

La ecuación precedente indica que si $P_A = P_B$, la carga es resistiva, si $P_A > P_B$ la carga es inductiva, y si $P_A < P_B$ la carga es capacitiva, esta técnica es valida si la carga esta conectada en estrella o en delta.

2.2.5.3- Método de los tres vatímetros

El método que se describe se aplica a las conexiones en estrella o en delta, sin embargo, se presenta el método de medición usando una carga conectada en **Y – balanceada**, se considera el circuito que se muestra en la figura 2.29. la bobina de corriente de cada vatímetro se conecta en serie con la corriente de línea y la bobina de voltaje de cada vatímetro se conecta entre una línea y lo que llamamos el neutro virtual N^* . Que no es más que un punto arbitrario.

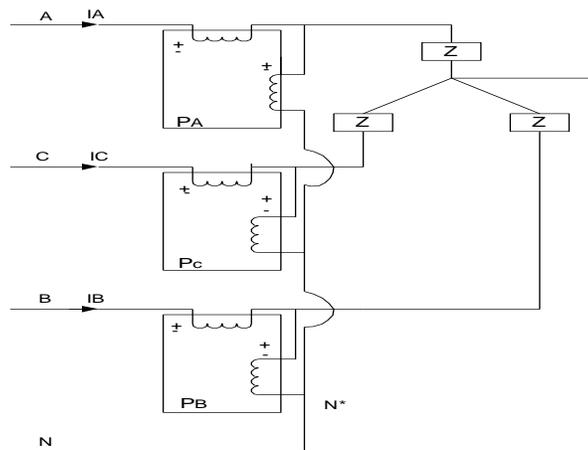


FIGURA 2.29

La potencia promedio medida por el vatímetro A es:

$$\mathbf{P_A} = \frac{1}{T} * \int_0^T \mathbf{VAN} * \mathbf{iAdt} \quad \text{(Ec. 2.82).}$$

Donde T es el periodo de todos los voltajes y corrientes en el sistema. De manera similar,

$$\mathbf{P_B} = \frac{1}{T} * \int_0^T \mathbf{VBN} * \mathbf{iBdt} \quad \text{(Ec. 2.83).}$$

$$\mathbf{P_C} = \frac{1}{T} * \int_0^T \mathbf{VCN} * \mathbf{iCdt} \quad \text{(Ec. 2.84).}$$

La suma de todas las mediciones del vatímetro es :

$$\mathbf{P} = \frac{1}{T} * \int_0^T (\mathbf{VAN} * \mathbf{iA} + \mathbf{VBN} * \mathbf{iB} + \mathbf{VCN} * \mathbf{iC}) * dt \quad \text{(Ec. 2.85).}$$

Como se muestra en la figura 2.29, los voltajes VAN*, VBN*, VCN* pueden expresarse como:

$$\mathbf{VAN^*} = \mathbf{VAN} - \mathbf{V_x}$$

$$\mathbf{VBN^*} = \mathbf{VBN} - \mathbf{V_x} \quad \text{(Ecs. 2.86).}$$

$$\mathbf{VCN^*} = \mathbf{VCN} - \mathbf{V_x}$$

Sustituyendo las ecuaciones 2.85 en 2.86, nos queda:

$$\mathbf{P} = \frac{1}{T} * \int_0^T (V_{AN} * i_A + V_{BN} * i_B + V_{CN} * i_C) dt - \frac{1}{T} * \int_0^T (V_x * i_A + V_x * i_B + V_x * i_C) dt \quad (\text{Ec. 2.87}).$$

$$\mathbf{i}_A + \mathbf{i}_B + \mathbf{i}_C = \mathbf{0} \quad (\text{Ec. 2.88}).$$

Quedando lo potencia:

$$\mathbf{P} = \frac{1}{T} * \int_0^T (V_{AN} * i_A + V_{BN} * i_B + V_{CN} * i_C) dt \quad (\text{Ec. 2.89}).$$

Es la potencia total absorbida por la carga Y trifásica. Por consiguiente, usando los tres vatímetros que se muestra en la figura 2.29, podemos medir la potencia absorbida por una carga trifásica, además este método se aplica si el sistema esta balanceado o desbalanceado.

2.2.6- CONEXIONES DE LOS TRANSFORMADORES EN SISTEMAS TRIFÁSICOS.

Los devanados de alta tensión y de baja tensión de un transformador trifásico o de una bancada trifásica pueden conectarse en estrella o en delta, o en una combinación de los dos, en todo caso, las relaciones que definen estas conexiones, también se cumplen en los transformadores, es decir:

- **PARA CONEXIÓN ESTRELLA (Y).**

$$\mathbf{V}_L = \sqrt{3} * \mathbf{V}_F. \quad (\text{Ecs. 2.90}).$$

$$\mathbf{I}_L = \mathbf{I}_F.$$

- **PARA CONEXIÓN DELTA (Δ).**

$$\mathbf{V}_L = \mathbf{V}_F. \quad (\text{Ecs. 2.91}).$$

$$\mathbf{I}_L = \sqrt{3} * \mathbf{I}_F.$$

De acuerdo a lo anterior existen cuatro conexiones fundamentales, tal como se muestra en cuadro 2.1.

ESTRELLA – ESTRELLA	Y – Y
DELTA – DELTA	Δ - Δ
ESTRELLA – DELTA	Y - Δ
DELTA - ESTRELLA	Δ - Y

CUADRO 2.1

2.2.6.1- CONEXIÓN ESTRELLA – ESTRELLA.

En la figura 2.30, se representa esta conexión estrella - estrella, en donde **a**, es la relación de transformación:

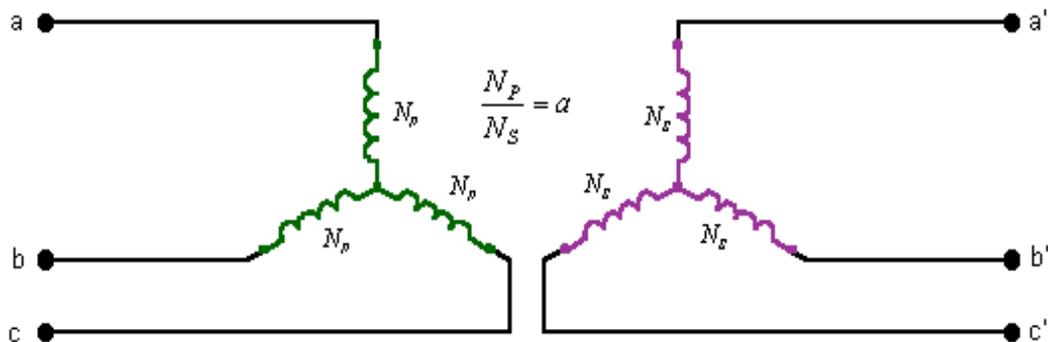


FIGURA 2.30

En la figura 2.31, se representa la unión de los tres devanados de alta tensión en estrella y los tres devanados de baja tensión en estrella de un transformador trifásico o de una bancada trifásica conectada a un sistema de cuatro hilo (tres fases y un neutro).

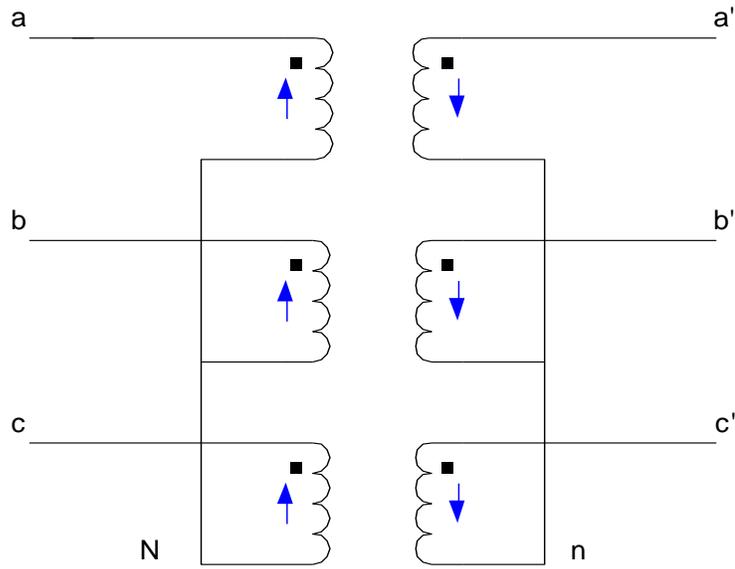


FIGURA 2.31

La tensión por devanado será $\sqrt{3}$ veces menor que la tensión correspondiente a la línea, ventaja apreciable en el aislamiento de los devanados.

La tensión por devanado se encuentra desfasada 180° , en consecuencia sus fasores se orientarán en distinto sentido que las tensiones del primario, el desfase es entonces 180° , tal como se muestra en la figura 2.32.

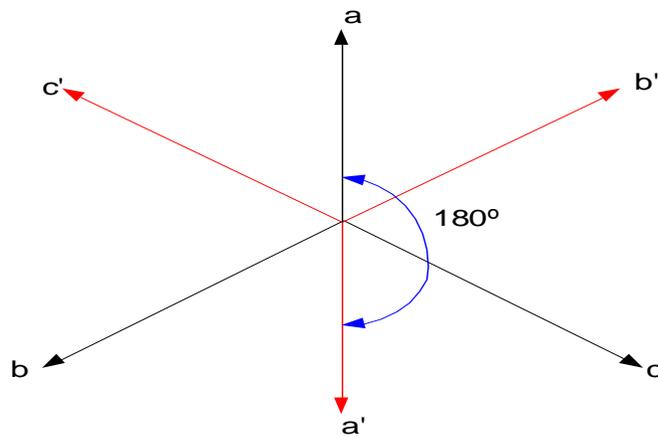


FIGURA 2.32

2.2.6.2- CONEXIÓN DELTA – DELTA.

En la figura 2.33, se representa esta conexión delta - delta, en donde a , es la relación de transformación:

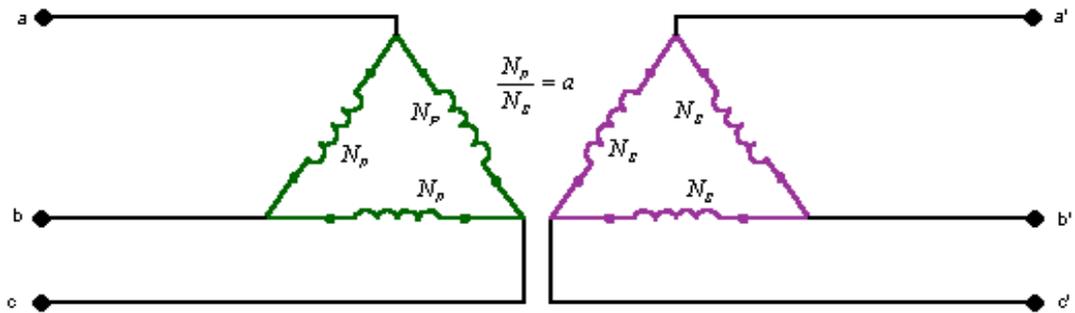


FIGURA 2.33

En este caso, cada devanado debe soportar la tensión total de la línea correspondiente, y si la corriente es reducida resultará un elevado número de espira de pequeña sección. Por esta razón la conexión pudiese ser utilizada para bajas tensiones y elevadas corrientes de carga, ya que si la corriente por cada devanado puede disminuirse en la proporción $\frac{1}{\sqrt{3}}$ veces la corriente de línea.

En la figura 2.34, se representa la unión de los tres devanados de alta tensión en delta y los tres devanados de baja tensión en delta de un transformador trifásico o de una bancada trifásica.

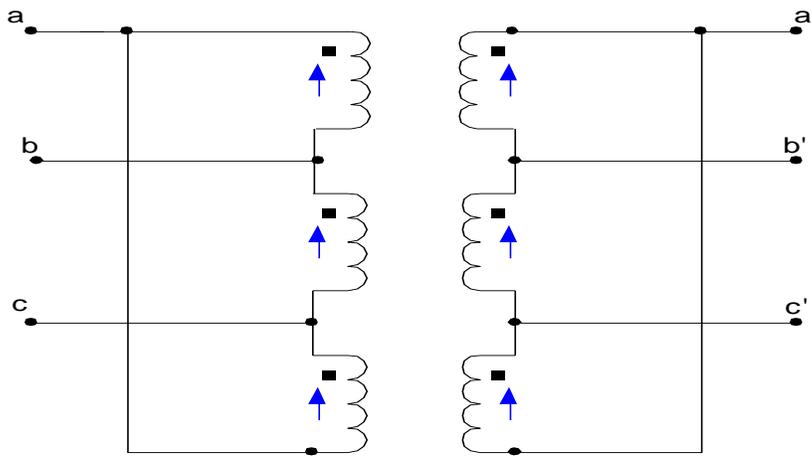


FIGURA 2.34

Los fasores del primario, se encuentran en fase con los fasores del secundario, tal como se muestra en la figura 2.35.

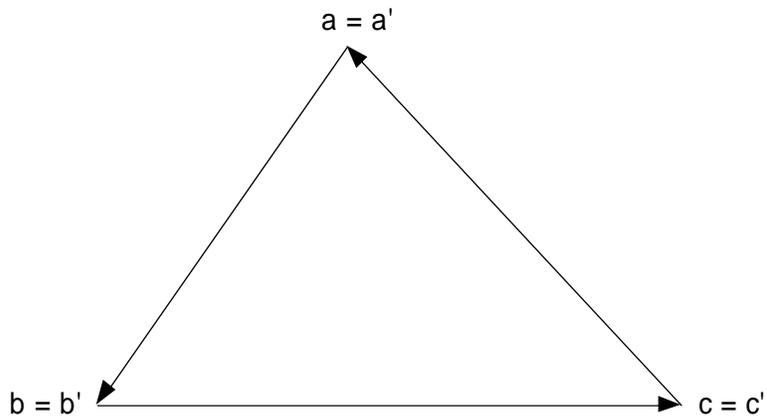


FIGURA 2.35

2.2.6.3- CONEXIÓN ESTRELLA – DELTA.

En la figura 2.36, se representa esta conexión estrella - delta, en donde **a**, es la relación de transformación:

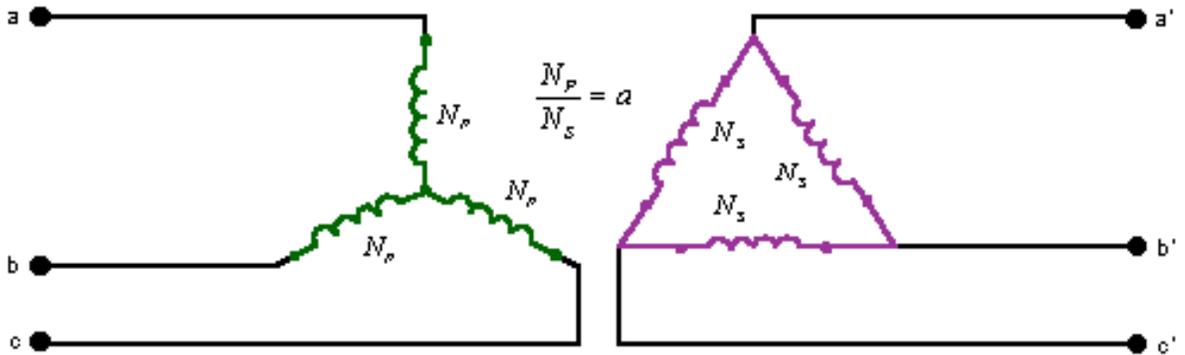


FIGURA 2.36

En esta conexión, el devanado de alta tensión, se encuentra conectado en estrella y el devanado de baja tensión, en delta, con el devanado de alta tensión con o sin hilo neutro, en esta conexión las tensiones por devanado pueden estar en fase o en contra fase, pero las tensiones de línea desfazará en 30° .

En la figura 2.37, describe la conexión de una bancada trifásica o un transformador trifásico.

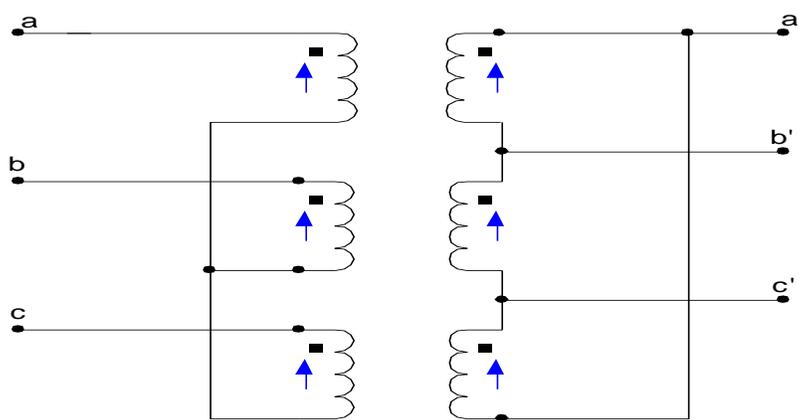


FIGURA 2.37

La tensión de línea en el primario adelanta 30° respecto a la tensión de línea del secundario, tal como se muestra en la figura 2.38.

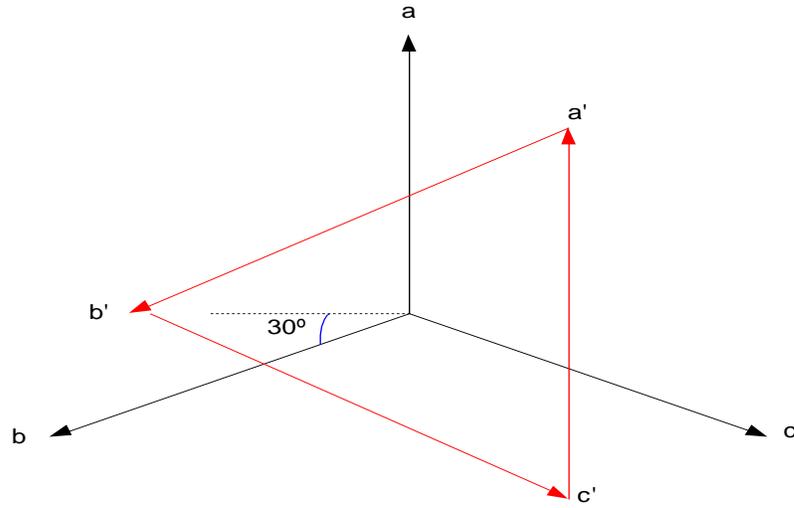


FIGURA 2.38

2.2.6.4- CONEXIÓN DELTA - ESTRELLA.

En la figura 2.39, se representa esta conexión delta - estrella, en donde **a**, es la relación de transformación:

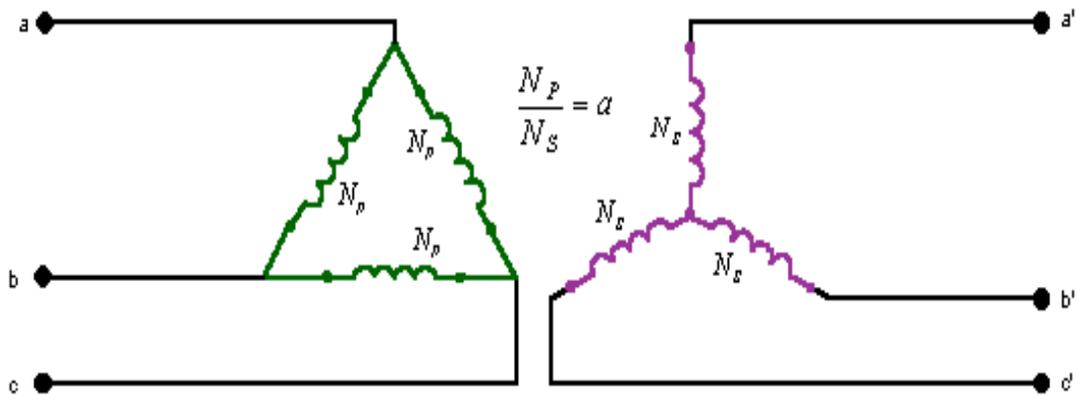


FIGURA 2.39

En esta conexión el devanado de baja tensión se encuentra conectado en triángulo y el devanado de alta tensión en estrella, entregando energía por este lado.

En la figura 2.40 se describe la forma de conexión de una bancada trifásica o un transformador trifásico, un fallo en uno de los devanados, deja fuera de servicio todo el sistema.

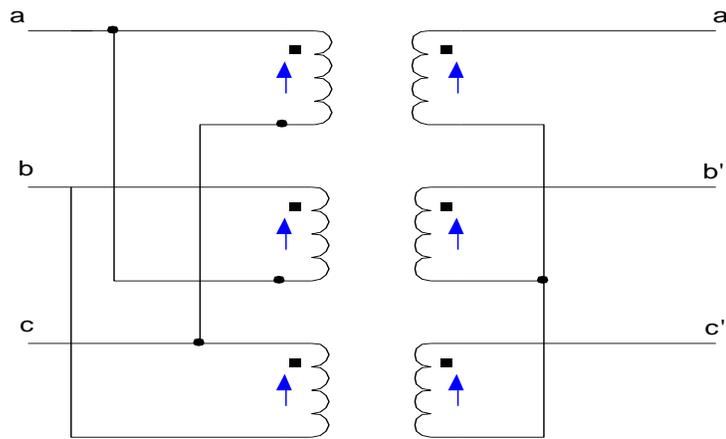


FIGURA 2.40

Las tensiones por el devanado están en fase, sin embargo, la tensión de línea del devanado primario adelanta 30° respecto a la tensión de línea del devanado secundario, tal como se observa en la figura 2.41.

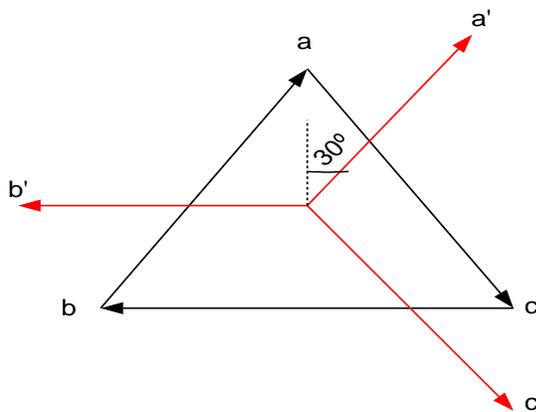


FIGURA 2.41

2.2.5- VENTAJAS DE LOS SISTEMAS TRIFÁSICOS.

El uso de sistemas trifásicos, presenta las siguientes ventajas:

- La potencia distribuida de esta forma es estable, no como en el caso de una sola fase que puede ser variante en el tiempo, y por tanto, hay menos desgaste en el equipo de conversión mecánica.
- El uso de un conjunto de voltajes trifásicos permite transmitir la misma cantidad de potencia que se entrega en el caso de una sola fase con menos conductores y por consiguiente, con menos material.
- En el caso de motores trifásicos, se disminuyen las vibraciones y ofrecen mayor estabilidad.

2.3- CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA MULTIMEDIA.

De acuerdo a lo indicado por Pere Marqués en su publicación sobre la definición, las características, las funciones, las ventajas y desventajas y estructura básica sobre el software educativo, se indican a continuación.

2.3.1- DEFINICIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO.

*“En esta obra se utilizarán las expresiones **software educativo**, programas educativos y programas didácticos como sinónimos para designar genéricamente los programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados*

como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje”.

2.3.2- CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE LOS PROGRAMAS EDUCATIVOS.

- Son materiales elaborados con una **finalidad didáctica**, como se desprende de la definición.

***Utilizan el ordenador** como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.

- **Son interactivos**, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre el ordenador y los estudiantes.
- **Individualizan el trabajo** de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo de cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los alumnos.
- **Son fáciles de usar**. Los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son similares a los conocimientos de electrónica necesarios para usar un vídeo, es decir, son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.

2.3.3- FUNCIONES DEL SOFTWARE EDUCATIVO.

Funciones que pueden realizar los programas:

- **Función informativa.** La mayoría de los programas a través de sus actividades presentan unos contenidos que proporcionan una información estructuradora de la realidad a los estudiantes. Como todos los medios didácticos, estos materiales representan la realidad y la ordenan.

Los programas **tutoriales**, los **simuladores** y, especialmente, las **bases de datos**, son los programas que realizan más marcadamente una función informativa.

- **Función instructiva.** Todos los programas educativos orientan y regulan el aprendizaje de los estudiantes ya que, explícita o implícitamente, promueven determinadas actuaciones de los mismos encaminadas a facilitar el logro de unos objetivos educativos específicos. Además condicionan el tipo de aprendizaje que se realiza pues, por ejemplo, pueden disponer un tratamiento global de la información (propio de los medios audiovisuales) o a un tratamiento secuencial (propio de los textos escritos).

Con todo, si bien el ordenador actúa en general como mediador en la construcción del conocimiento y el metaconocimiento de los estudiantes, son los programas **tutoriales** los que realizan de manera más explícita esta función instructiva, ya que dirigen las actividades de los estudiantes en función de sus respuestas y progresos.

- **Función motivadora.** Generalmente los estudiantes se sienten atraídos e interesados por todo el software educativo, ya que los programas suelen incluir elementos para captar la atención de los alumnos, mantener su interés y, cuando sea necesario, focalizarlo hacia los aspectos más importantes de las actividades.

Por lo tanto la función motivadora es una de las más características de este tipo de materiales didácticos, y resulta extremadamente útil para los profesores.

- **Función evaluadora.** La interactividad propia de estos materiales, que les permite responder inmediatamente a las respuestas y acciones de los

estudiantes, les hace especialmente adecuados para evaluar el trabajo que se va realizando con ellos. Esta evaluación puede ser de dos tipos:

1- Implícita: cuando el estudiante detecta sus errores, se evalúa, a partir de las respuestas que le da el ordenador.

2- Explícita: cuando el programa presenta informes valorando la actuación del alumno. Este tipo de evaluación sólo la realizan los programas que disponen de módulos específicos de evaluación.

- **Función investigadora.** Los programas no directivos, especialmente las **bases de datos, simuladores y programas constructores**, ofrecen a los estudiantes interesantes entornos donde investigar: buscar determinadas informaciones, cambiar los valores de las variables de un sistema, etc.

Además, tanto estos programas como los **programas herramienta**, pueden proporcionar a los profesores y estudiantes instrumentos de gran utilidad para el desarrollo de trabajos de investigación que se realicen básicamente al margen de los ordenadores.

- **Función expresiva.** Dado que los ordenadores son unas máquinas capaces de procesar los símbolos mediante los cuales las personas representamos nuestros conocimientos y nos comunicamos, sus posibilidades como instrumento expresivo son muy amplias.

Desde el ámbito de la informática que estamos tratando, el software educativo, los estudiantes se expresan y se comunican con el ordenador y con otros compañeros a través de las actividades de los programas y, especialmente, cuando utilizan **lenguajes de programación, procesadores de textos, editores de gráficos**, etc.

Otro aspecto a considerar al respecto es que los ordenadores no suelen admitir la ambigüedad en sus "diálogos" con los estudiantes, de manera que los alumnos se ven obligados a cuidar más la precisión de sus mensajes.

- **Función metalingüística.** Mediante el uso de los sistemas operativos (MS/DOS, WINDOWS) y los lenguajes de programación (BASIC, LOGO...) los estudiantes pueden aprender los lenguajes propios de la informática.
- **Función lúdica.** Trabajar con los ordenadores realizando actividades educativas es una labor que a menudo tiene unas connotaciones lúdicas y festivas para los estudiantes.

Además, algunos programas refuerzan su atractivo mediante la inclusión de determinados elementos lúdicos, con lo que potencian aún más esta función.

- **Función innovadora.** Aunque no siempre sus planteamientos pedagógicos resulten innovadores, los programas educativos se pueden considerar materiales didácticos con esta función ya que utilizan una tecnología recientemente incorporada a los centros educativos y, en general, suelen permitir muy diversas formas de uso. Esta versatilidad abre amplias posibilidades de experimentación didáctica e innovación educativa en el aula.

Sin duda el uso de estos atractivos e interactivos materiales multimedia (especialmente con una buena orientación y combinados con otros recursos: libros, periódicos...) puede favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje grupales e individuales. Algunas de sus principales aportaciones son las siguientes:

- **Proporcionar información.** En los CD-ROM o al acceder a bases de datos a través de Internet pueden proporcionar todo tipo de información multimedia e hipertextual.

- **Avivar el interés.** Los alumnos suelen estar muy motivados al utilizar estos materiales, y la motivación (el querer) es uno de los motores del aprendizaje, ya que incita a la actividad y al pensamiento. Por otro lado, la motivación hace que los estudiantes dediquen más tiempo a trabajar y, por tanto, es probable que aprendan más.

- **Mantener una continua actividad intelectual.** Los estudiantes están permanentemente activos al interactuar con el ordenador y mantienen un alto grado de implicación e iniciativa en el trabajo. La versatilidad e interactividad del ordenador y la posibilidad de "dialogar" con él, les atrae y mantiene su atención.

- **Orientar aprendizajes:** a través de entornos de aprendizaje, que pueden incluir buenos gráficos dinámicos, simulaciones, herramientas para el proceso de la información... que guíen a los estudiantes y favorezcan la comprensión.

- **Promover un aprendizaje a partir de los errores.** El "feed back" inmediato a las respuestas y a las acciones de los usuarios permite a los estudiantes conocer sus errores justo en el momento en que se producen y generalmente el programa les ofrece la oportunidad de ensayar nuevas respuestas o formas de actuar para superarlos.

- **Facilitar la evaluación y control.** Al facilitar la práctica sistemática de algunos temas mediante ejercicios de refuerzo sobre técnicas instrumentales, presentación de conocimientos generales, prácticas sistemáticas de ortografía..., liberan al profesor de trabajos repetitivos, monótonos y rutinarios, de manera que se puede dedicar más a estimular el desarrollo de las facultades cognitivas superiores de los alumnos.

- **Posibilitar un trabajo Individual y también en grupo.** Ya que pueden adaptarse a sus conocimientos previos y a su ritmo de trabajo (por ello resultan muy útiles para realizar actividades complementarias y de recuperación en las que los estudiantes pueden auto controlar su trabajo) y también facilitan el compartir información y la comunicación entre los miembros de un grupo.

2.3.4- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MULTIMEDIA EDUCATIVOS.

2.3.4.1- VENTAJAS:

- **Interactividad, contacto con la informática:** continúa actividad intelectual, los estudiantes están permanentemente activos al interactuar con el ordenador y mantiene un alto grado de implicación en el trabajo.
- **Información multimedia, exploración de entorno: proporcionan** entornos de aprendizajes e instrumentos para el proceso de la información incluyendo buenos gráficos dinámicos, entornos heurísticos de aprendizaje.
- **Versatilidad y facilidad de manejo:** las tareas educativas realizadas con ordenador permiten obtener un alto grado interdisciplinariedad ya que el ordenador, debido a su versatilidad y gran capacidad de almacenamiento, permite realizar muy diversos tipos de tratamiento a una información muy amplia y variada.

- **Motivación, trabajo individual o en grupo:** la motivación hace que los estudiantes dediquen más tiempo a trabajar, y por lo tanto, es probable que aprenda más, estos materiales individualizan el trabajo de los alumnos, ya que el ordenador puede adaptarse a sus conocimientos previos y a su ritmo de trabajo, también el ordenador propicia el trabajo en grupo y el cultivo de actitudes sociales, intercambio de ideas, la cooperación y el desarrollo de la personalidad.
- **Actividad mental, continua e intensa:** la constante e intensa participación del estudiante con el ordenador, hacen que su actividad mental sea continuo, por lo tanto, el estudiante tiende a aprender rápidamente.
- **Aprendizaje en menor tiempo y esfuerzo, evaluación:** los alumnos a menudo aprenden en menos tiempo y con menos esfuerzo, por la motivación que ellos presentan, e igualmente, facilitan la evaluación y control, esto hace liberar al profesor de trabajos repetitivos, al facilitar la práctica sistemática de algunos temas mediante ejercicios de refuerzo sobre técnicas instrumentales, los ordenadores proporcionan informes de seguimiento y control, facilitan la auto evaluación del estudiante.
- **Corrección inmediata, aprendizaje del error:** el aprendizaje a partir de los errores inmediatos a las respuestas y a las acciones de los usuarios permite a los estudiantes conocer sus errores justo en el momento en que se producen y generalmente el programa les ofrece la oportunidad de ensayar nuevas respuestas o forma de actuar para superarlo.
- **Trabajo autónomo, metódico, iniciativa:** la constante participación por parte de los alumnos propicia el desarrollo de su iniciativa ya que se ven obligados a tomar continuamente nuevas decisiones ante las respuestas del

ordenador a sus acciones, se promueve un trabajo autónomo riguroso y metódico.

- **Comunicación y proceso de la información:** en los CD-ROM, pueden proporcionar todo tipo de información hipertextual.

2.3.4.2- DESVENTAJAS.

- **Puede provocar ansiedad, cansancio, monotonía:** la continua interacción ante el ordenador puede provocar ansiedad en los estudiantes, cansancio visual y problemas físicos. Un exceso de tiempo trabajando ante el ordenador o malas posturas pueden provocar diversas dolencias.
- **Sensación de aislamiento:** los materiales didácticos multimedia permiten al alumno aprender solo, hasta le animan a hacerlo, pero este trabajo individual, en exceso, puede acarrear problemas de sociabilidad.
- **Empobrecimiento de las relaciones humanas:** por la individualidad del estudiante, hace que se separe del grupo, por tal razón, los multimedia deben hacerse de tal forma que lo comparta más de un estudiante.
- **Aprendizajes incompletos y superficiales:** la libre interacción de los alumnos con estos materiales (no siempre de calidad) a menudo proporciona aprendizajes incompletos con visiones de la realidad simplistas y poco profunda.

- **Su uso puede resultar descontextualizado:** muchos estudiantes se pierden en los hipertextos y la automatización de la información les dificulta obtener visiones globales. Los materiales hipertextuales muchas veces resulta difíciles de imprimir (están muy troceados).
- **Control de calidad insuficiente:** los materiales para la autoformación y los entornos de tele formación en general no siempre tienen los adecuados controles de calidad.
- **Rigidez en los diálogos:** los materiales didácticos exigen la formalización previa de la materia que se pretende enseñar y que el autor haya previsto los caminos y diálogos que los alumnos seguirán en su proceso de descubrimiento de la materia. El diálogo profesor-alumno es más abierto y rico.

2.3.5- ESTRUCTURA BASICA DEL MUTIMEDIA EDUCATIVO PARA SISTEMAS TRIFÁSICO PARA LA CATEDRA DE ELECTROTECNIA.

2.3.5.1- El entorno de comunicación o interfase.

La interfase es el entorno a través del cual los programas establecen el diálogo con sus usuarios, y es la que posibilita la interactividad característica de estos materiales. Está integrada por dos sistemas:

- 1- El sistema de comunicación programa-usuario, que facilita la transmisión de informaciones al usuario por parte del ordenador, incluye:

- Las pantallas a través de las cuales los programas presentan información a los usuarios.
- 2- El sistema de comunicación usuario-programa, que facilita la transmisión de información del usuario hacia el ordenador, incluye:
- El uso del teclado y el ratón, mediante los cuales los usuarios introducen al ordenador un conjunto de órdenes o respuestas que los programas reconocen.

2.3.5.2- Las bases de datos.

Las bases de datos contienen la información específica que presentará a los alumnos. Pueden estar constituidas por:

1- Modelos de comportamiento. Representan la dinámica de unos sistemas. Distinguimos:

- Modelos físico-matemáticos, que tienen unas leyes perfectamente determinadas por unas ecuaciones.
- Modelos no deterministas, regidos por unas leyes no totalmente deterministas, que son representadas por ecuaciones con variables aleatorias, por grafos y por tablas de comportamiento.

2- Datos de tipo texto, información alfanumérica.

3- Datos gráficos. Las bases de datos están constituidas por dibujos, diagramas, gráficos y figura.

2.3.5.3- El motor o algoritmo.

El algoritmo del programa, en función de las acciones de los usuarios, gestiona las secuencias en que se presenta la información de las bases de datos y las actividades que pueden realizar los alumnos, en nuestro caso, el motor algoritmo es:

- **Ramificado**, cuando están predeterminadas posibles secuencias según las respuestas de los alumnos.
- **Tipo entorno**, cuando no hay secuencias predeterminadas para el acceso del usuario a la información principal y a las diferentes actividades. El estudiante elige qué ha de hacer y cuándo lo ha de hacer. Este entorno puede ser:
 - 1- **Estático**, si el usuario sólo puede consultar la información que proporciona el entorno, pero no puede modificar su estructura.
 - 2- **Instrumental**, si ofrece a los usuarios diversos instrumentos para realizar determinados trabajos, como ejemplo, los test.

2.4- INSTRUMENTO PARA MEDICION DE NECESIDADES DE UN SOFTWARE ACADEMICO.

2.4.1- Cuestionario: consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. Estas pueden ser de preguntas cerradas, en la cual contienen categorías o alternativas de respuesta que ha sido delimitada, es decir, se presentan a los sujetos las posibilidades de respuesta y ellos deben circunscribirse a ellas. Pueden ser de dos o más alternativas de respuesta⁵.

⁵ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.4.2- CARACTERISTICAS QUE DEBE TENER UN CUESTIONARIO.

- Las preguntas deben ser claras y comprensibles para los respondientes, deben evitarse términos confusos o ambiguos.
- Las preguntas no deben incomodar al respondiente, las preguntas deben ser lo más sutiles posibles.
- Las preguntas deben referirse preferentemente a un solo aspecto o relación lógica.
- Las preguntas no deben inducir las respuestas, preguntas tendenciosas o que dan pie a elegir un tipo de respuesta, deben evitarse.
- Las preguntas no pueden apoyarse en instituciones, ideas respaldadas socialmente ni en evidencia comprobada. Es también una manera de inducir respuestas.
- En las preguntas con varias alternativas o categorías de respuestas y donde el respondiente sólo tiene que elegir una.
- El lenguaje utilizado en las preguntas deben ser adaptados a las características del respondiente, tomar en cuenta su nivel educativo, socioeconómico, palabras que maneja, etc.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

En este capítulo se presentan los lineamientos a seguir para el desarrollo del multimedia educativo del tema de Sistemas Trifásicos de corriente alterna, para la cátedra de Electrotecnia, que permita al usuario explorar de manera sencilla y dinámica los aspectos más importantes de los Sistemas Trifásicos, en la cual se agrupan de la siguiente manera:

- 3.1- Metodología.
- 3.2- Determinación de las necesidades docentes y estudiantiles.

3.1- METODOLOGÍA.

- Selección de los tópicos de Sistemas Trifásicos, adaptada a la cátedra de Electrotecnia de acuerdo al programa vigente.
- Revisión y recopilación de la bibliografía referente a Sistemas Trifásicos de corriente alterna, la bibliografía seleccionada, está sustentadas en los textos guías usados para dictar la asignatura de Electrotecnia, información obtenida en la página web de la red.
- Elaboración de las bases teóricas y ejercicios resueltos y propuestos, tomando como referencia el tema de Sistemas Trifásicos adaptada a la asignatura de Electrotecnia.
- Elaboración de un cuestionario para medir el impacto que tiene la implementación de un multimedia educativo para el aprendizaje de Sistemas Trifásicos.

- Investigación y selección del software interactivo a utilizar para la elaboración del trabajo de grado, antes los cuales se encontraron Macromedia Flash player MX, Director 7, Visual Basic y otros.
- Investigación en la red de tutoriales en la cual explica en forma muy sencilla la utilización del software a utilizar, el software escogido fue el Macromedia Flash player MX, debido a que a nuestro criterio, es el más sencillo en manejar y entender, cubriendo las expectativas para poder implementar el multimedia de Sistemas Trifásicos.
- Implementación de las bases teóricas en el multimedia acompañado de gráficos, con una estructura bastante clara y sencilla.
- Diseño de test de evaluación, que servirá para que el estudiante se auto evalúe sus conocimientos sobre Sistemas Trifásicos.

3.2- DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DOCENTES Y ESTUDIANTILES.

3.2.1- ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO.

Se quiere conocer el impacto que tiene la implementación de un multimedia educativo en el aprendizaje del tema de Sistemas Trifásicos, siguiendo la base teórica descrita en el punto 2.5 para la elaboración de un instrumento, en este caso, el instrumento aplicado es un cuestionario.

El instrumento aplicado es el siguiente:

**CUESTIONARIO PARA LA MEDICION DEL APRENDIZAJE DEL TEMA
DE SISTEMAS TRIFÁSICOS ENFOCADO A LA PARTE DE
ELECTROTECNIA.**

1) ¿Ha cursado la materia de electrotécnica?.

SI_____

NO_____

2) ¿Se le ha dificultado el tema de Sistemas Trifásicos?.

SI_____

NO_____

3) ¿Cree usted que es conveniente la implementación de un multimedia educativo para el tema de Sistemas Trifásicos como material como material de apoyo al tema?.

SI_____

NO_____

4) ¿Considera usted que las clases de preparaduría satisfacen la adquisición de conocimientos de Sistemas Trifásicos?.

SI_____

NO_____

5) ¿Utiliza usted frecuentemente la computadora?.

SI_____

NO_____

6) ¿Por iniciativa propia, hace consultas frecuentes de las bibliografías recomendadas?.

SI_____

NO_____

7) ¿Si usted contara con un multimedia educativo, se apoyaría en esta herramienta, en los textos o en ambos?.

MULTIMEDIA_____

TEXTOS_____

AMBOS_____

8) ¿Si usted contara con una herramienta de multimedia en el tema de Sistemas Trifásicos, lo revisaría en forma individual o en grupo?.

INDIVIDUAL_____

GRUPO_____

CAPITULO IV

DISEÑO DEL MULTIMEDIA DIDACTICO

CAPITULO IV: DISEÑO DEL MULTIMEDIA DIDÁCTICO.

En este capítulo se presentan la realización del multimedia educativo del tema de Sistemas Trifásicos de corriente alterna, así como los resultados del cuestionario y el fortalecimiento que se le da a la aplicación del multimedia educativo para la cátedra de Electrotecnia, en la cual se agrupan de la siguiente manera:

- 4.1- Selección de la población y aplicación del cuestionario.
- 4.2- Presentación del multimedia.
- 4.3- Algoritmo del multimedia.
- 4.4- Requerimientos del sistema.

4.1- SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN Y APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO.

En el cuestionario, fueron seleccionadas una población de ciento cincuenta y siete estudiantes que están cursando la materia de Electrotecnia, distribuidas en las escuelas de Industrial con sesenta y dos estudiantes, Química con cincuenta y cuatro estudiantes y Mecánica con cuarenta y un estudiantes, a quienes les fueron aplicado el respectivo cuestionario.

4.1.1- RESULTADOS.

En el anexo se pueden ver los resultados gráficamente expresados en porcentajes.

Para la pregunta uno del cuestionario, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	# ENCUESTADO	SI	NO
INDUSRIAL	62	5	57
QUÍMICA	54	14	40
MECANICA	41	7	34
TOTAL	157	26	131
TOTAL EN POCENTAJE	-	17%	83%

Para la pregunta dos del cuestionario, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	# ENCUESTADO	SI	NO
INDUSRIAL	62	32	30
QUÍMICA	54	33	21
MECANICA	41	21	20
TOTAL	157	86	71
TOTAL EN POCENTAJE	-	55%	45%

Para la pregunta tres del cuestionario, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	# ENCUESTADO	SI	NO
INDUSRIAL	62	61	1
QUÍMICA	54	52	2
MECANICA	41	41	0
TOTAL	157	154	3
TOTAL EN POCENTAJE	-	98%	2%

Para la pregunta cuatro del cuestionario, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	# ENCUESTADO	SI	NO
INDUSRIAL	62	18	44
QUÍMICA	54	16	38
MECANICA	41	7	34
TOTAL	157	41	116
TOTAL EN POECENTAJE	-	26%	74%

Para la pregunta cinco del cuestionario, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	# ENCUESTADO	SI	NO
INDUSRIAL	62	39	23
QUÍMICA	54	41	13
MECANICA	41	27	14
TOTAL	157	107	50
TOTAL EN POECENTAJE	-	68%	32%

Para la pregunta seis del cuestionario, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	# ENCUESTADO	SI	NO
INDUSRIAL	62	24	38
QUÍMICA	54	22	32
MECANICA	41	18	23
TOTAL	157	64	93
TOTAL EN POECENTAJE	-	41%	59%

Para la pregunta siete del cuestionario, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	# ENCUESTADO	MULTIMEDIA	TEXTO	AMBOS
INDUSRIAL	62	17	0	45
QUÍMICA	54	19	0	35
MECANICA	41	13	0	28
TOTAL	157	49	0	108
TOTAL EN POECENTAJE	-	31%	0	69

Para la pregunta ocho del cuestionario, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	# ENCUESTADO	SI	NO
INDUSRIAL	62	36	26
QUÍMICA	54	36	18
MECANICA	41	32	9
TOTAL	157	104	53
TOTAL EN POECENTAJE	-	66%	34%

Analizando los resultados, se percibe que los estudiantes de electrotecnia ven con interés la implementación de un multimedia educativo del tema de Sistemas Trifásicos que los ayude a complementar las clases del profesor, las clases del preparador y los textos recomendados, e igualmente se observa que frecuentan el uso de las computadoras, lo que le da fuerza a la utilización del multimedia educativo.

Se puede observar también que la herramienta tiende a individualizar al estudiante en la utilización del multimedia, por tal motivo, en la misma se realiza un test de preguntas en la cual lo participan dos usuarios y así motivar al estudiante su uso en equipo.

4.2- PRESENTACION DEL MULTIMEDIA EDUCATIVO.

El programa seleccionado para realizar el multimedia educativo es el Macromedia Flash MX, ya que nos pareció de fácil manejo a la hora de utilizarlo y consideramos que es muy beneficioso para la enseñanza o realización de tutoriales, por lo interactivo, se puede apreciar claramente como se forman los diagramas fasoriales, y eso permite una mejor visualización y entendimiento de la teoría.

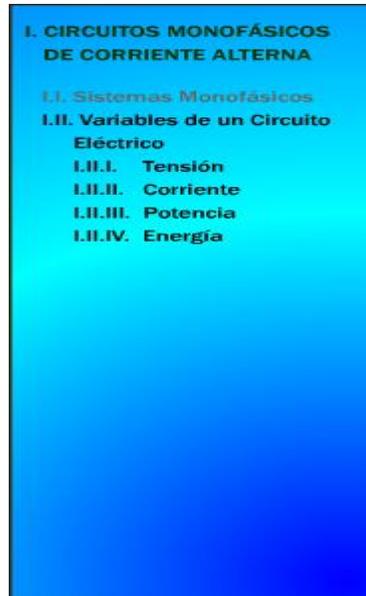
Al iniciar el multimedia, lo primero que aparece es la pantalla de bienvenido, en la cual aparece una barra de menú principal, un botón con un signo de interrogación que es la ayuda, un botón con una corneta en la cual el usuario puede observar el multimedia con música o sin música, un botón con una casa que es cuando el usuario se encuentra dentro del menú y quiere volver al inicio y un botón con una equis (X) que es para salirse del programa.



Al pulsar con el Mouse la barra de menú principal, aparece un menú secundario o un sub menú, en la cual el usuario puede seleccionar el tema que le interesa.



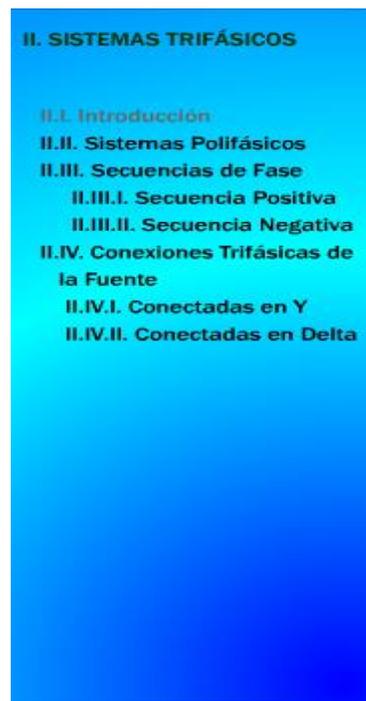
En sistemas monofásicos, aparecen los siguientes puntos.



I. CIRCUITOS MONOFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA

- I.I. Sistemas Monofásicos**
- I.II. Variables de un Circuito Eléctrico**
 - I.II.I. Tensión**
 - I.II.II. Corriente**
 - I.II.III. Potencia**
 - I.II.IV. Energía**

En sistemas trifásicos, aparecen los siguientes puntos.



II. SISTEMAS TRIFÁSICOS

- II.I. Introducción**
- II.II. Sistemas Polifásicos**
- II.III. Secuencias de Fase**
 - II.III.I. Secuencia Positiva**
 - II.III.II. Secuencia Negativa**
- II.IV. Conexiones Trifásicas de la Fuente**
 - II.IV.I. Conectadas en Y**
 - II.IV.II. Conectadas en Delta**

Tensiones y corrientes trifásicas, aparecen los siguientes puntos.

III. TENSIONES Y CORRIENTES TRIFÁSICAS
III.I. Conexiones de la carga
III.II. Conexión Y Balanceado
III.II.I Tensión de línea y de fase en una carga en Y
III.II.II Corriente de línea, fase y neutro en una carga en Y
III.II.III. Diagrama fasorial de una carga Y Equilibrada
III.III Conexión Y- Δ Balanceado
III.III.I Tensión de línea y de fase en una carga en Δ
III.III.II. Corriente de línea y de fase en una carga en Δ
III.III.III. Diagrama fasorial de una carga Δ Equilibrada

Potencia trifásica, aparecen los siguientes puntos.

IV. POTENCIA TRIFÁSICA
IV.I. POTENCIA TRIFÁSICA EN CARGAS BALANCEADAS
IV.I.I Potencia Activa de la Carga
IV.I.II Potencia Reactiva de la Carga
IV.I.III Potencia Aparente de la Carga
IV.I.IV Corrección del Factor de Potencia
IV.II MEDICIÓN DE POTENCIA
IV.II.I Medición de Potencia con un Vatímetro
IV.II.II Medición de Potencia con dos Vatímetros
IV.II.III. Método de los tres Vatímetros

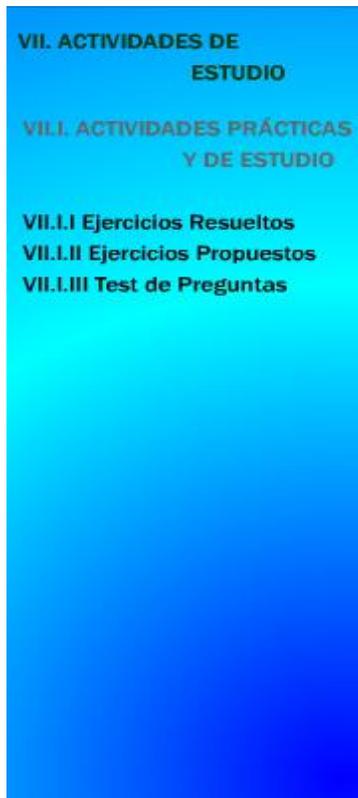
Bancos de transformadores trifásicos, aparecen los siguientes puntos.



Ventajas de los sistemas trifásicos, aparecen los siguientes puntos.



Actividades de estudio, aparecen los siguientes puntos.



VII. ACTIVIDADES DE ESTUDIO

VIII. ACTIVIDADES PRÁCTICAS Y DE ESTUDIO

VII.I Ejercicios Resueltos
VII.II Ejercicios Propuestos
VII.III Test de Preguntas

Transformaciones Δ - Y y Y - Δ , aparecen los siguientes puntos.



VIII. TRANSFORMACIÓN Δ -Y y Y- Δ

VIII.I Transformación Δ -Y

VIII.II Transformación Y- Δ

Los ejercicios resueltos que se encuentran en el multimedia son los siguientes.

1- Demostrar que la tensión compuesta entre líneas V_L en un sistema trifásico es $\sqrt{3}$ veces mayor que la tensión simple de fase o de línea a neutro V_F .

En la Fig. 1.1 se representan las tensiones del sistema trifásico en un triángulo equilátero en el que la longitud de un lado es proporcional a la tensión compuesta V_L y el punto neutro N está en el centro del triángulo.

La tensión simple tiene como proyección horizontal el valor $V_F \cos 30^\circ$, o sea, $V_F \frac{\sqrt{3}}{2}$. Puesto que la base es el doble de dicha proyección;

$$V_L = 2(V_F \frac{\sqrt{3}}{2}) = \sqrt{3} V_F$$

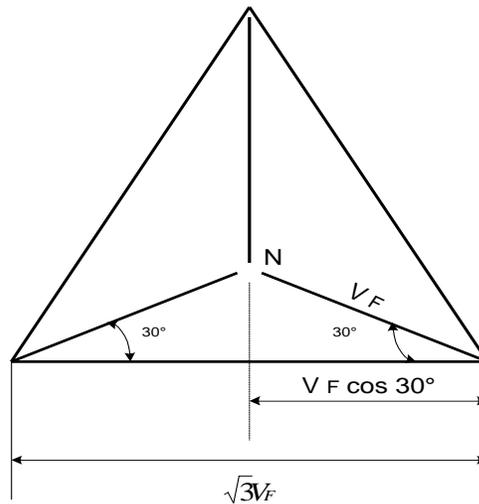


Fig. 1-1

2- Calcular las intensidades de corriente en los devanados a plena carga para conexión en triángulo y en estrella, en un alternador trifásico de 25 kVA a 480 voltios.

En la conexión en estrella la corriente en la línea y en el devanado son iguales. En un sistema trifásico equilibrado;

$$S(\text{kVA}) = \sqrt{3} V_L I_L \times 10^{-3} \quad \text{y} \quad I_L = \frac{S(\text{kVA})}{\sqrt{3} V_L \times 10^{-3}} = \frac{25}{\sqrt{3}(480 \times 10^{-3})} = 30,1$$

El alternador con conexión en triángulo y de la misma potencia aparente (kVA) tiene también corrientes a plena carga de 30,1 A. Las corrientes en los devanados son $\frac{IL}{\sqrt{3}}$. Por tanto, $I_{\text{bobina}} = \frac{30,1}{\sqrt{3}} = 17,35$ A.

3- Un sistema trifásico ABC con tres conductores a 100 voltios alimenta a una carga con conexión Δ e impedancias de $20\angle 45^\circ$ ohmios. Hallar las intensidades de corriente en las líneas y dibujar el diagrama fasorial.

Se aplican las tensiones compuestas entre líneas de secuencia ABC al circuito dado en la Fig. 3.1. Entonces, las corrientes elegidas son:

$$\mathbf{I}_{\text{AB}} = \frac{V_{\text{AB}}}{Z} = \frac{100\angle 120^\circ}{20\angle 45^\circ} = 5,0\angle 75^\circ, \quad \mathbf{I}_{\text{BC}} = \frac{V_{\text{BC}}}{Z} = 5,0\angle -45^\circ;$$

$$\mathbf{I}_{\text{CA}} = \frac{V_{\text{CA}}}{Z} = 5,0\angle 195^\circ$$

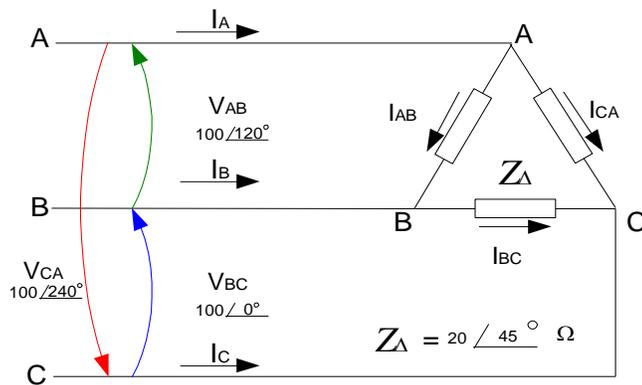


Fig. 3.1

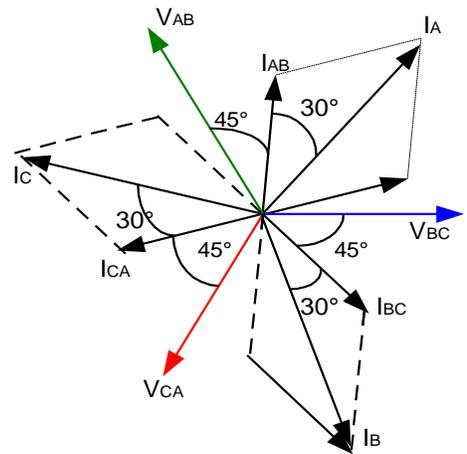


Fig. 3.2

Para obtener las corrientes en las líneas (véase el esquema del circuito) se aplica la primera ley de Kirchhoff a cada uno de los nudos principales de la carga. Por tanto,

$$\mathbf{I}_A = \mathbf{I}_{AB} + \mathbf{I}_{AC} = 5,0\angle 75^\circ - 5,0\angle 195^\circ = 8,66\angle 45^\circ$$

$$\mathbf{I}_B = \mathbf{I}_{BA} + \mathbf{I}_{BC} = -5,0\angle 75^\circ + 5,0\angle -45^\circ = 8,66\angle -75^\circ$$

$$\mathbf{I}_C = \mathbf{I}_{CA} + \mathbf{I}_{CB} = 5,0\angle 195^\circ - 5,0\angle -45^\circ = 8,66\angle 165^\circ$$

El diagrama fasorial de las corrientes de fase y de línea se representa en la Fig. 3.2.

4 Determinar las lecturas de los vatímetros al aplicar el método de los dos vatímetros al circuito del problema 3.

Con la carga trifásica de tres conductores las lecturas del vatímetro son

$$W_1 = V_L T_L \cos(30^\circ + \theta) \quad \text{y} \quad W_2 = V_L T_L \cos(30^\circ - \theta) \quad (1)$$

En donde θ es el ángulo de la impedancia de carga. En el problema 14-4, $V_L = 100$ V, $I_L = 8,66$ A y el ángulo de la impedancia de carga es 45° . Sustituyendo estos valores en (1) resulta

$$W_1 = 100(8,66) \cos (30 + 45^\circ) = 866 \cos 75^\circ = 224 \text{ W}$$

$$W_2 = 100(8,66) \cos (30 - 45^\circ) = 866 \cos (-15^\circ) = 836 \text{ W.}$$

La potencia total es $P_T = W_1 + W_2 = 1060$ W.

Como comprobación, se puede calcular la potencia total en cualquier carga trifásica equilibrada por

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta = \sqrt{3} 100(8,66) \cos 45^\circ = 1060 \text{ W.}$$

5- Se conectan en estrella tres impedancias idénticas de $5 \angle -30^\circ$ ohmios. El sistema es trifásico., de tres conductores, 150 voltios y secuencia CBA. Determinar las intensidades de corriente en las líneas y dibujar el diagrama fasorial.

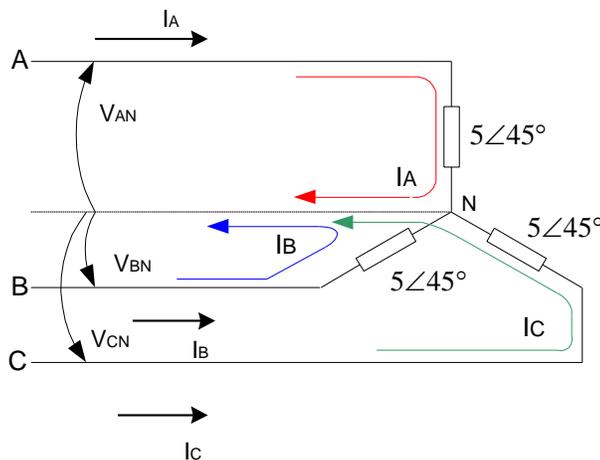


Fig. 5.1

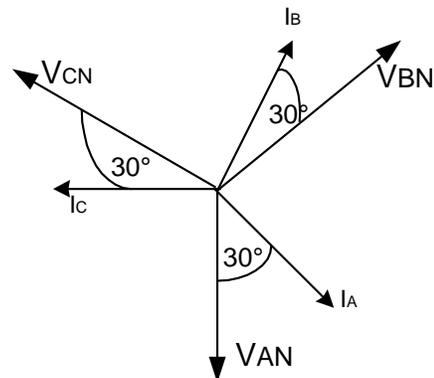


Fig. 5.2

En sistemas equilibrados de tres conductores, conectados en estrella, se puede añadir el conductor neutro, en la forma representada en la Fig. 5.1. las tensiones simples de módulo

$$V_{LN} = \frac{VL}{\sqrt{3}} = 86,6$$

Se aplican con los ángulos de fase de secuencia CBA. Las corrientes en las líneas son

$$\mathbf{I}_A = \frac{V_{AN}}{Z} = \frac{86,6 \angle -90^\circ}{5 \angle -30^\circ} = 17,32 \angle -60^\circ$$

$$\mathbf{I}_B = \frac{V_{BN}}{Z} = 17,32 \angle 60^\circ$$

$$\mathbf{I}_C = \frac{V_{CN}}{Z} = 17,32 \angle 180^\circ$$

El diagrama fasorial de la Fig. 5.2 muestra el conjunto de las corrientes de línea equilibradas con 30° en adelante respecto de las tensiones simples de línea a neutro, el cual corresponde al ángulo de la impedancia.

6- Determinar las lecturas de los vatímetros si se aplica el método de los dos vatímetros al circuito del problema 5.

Con la carga trifásica equilibrada,

$$W_1 = V_L \cdot I_L \cdot \cos(30^\circ + \theta) = 150 \cdot (17,32) \cdot \cos(30^\circ + 30^\circ) = 1300 \text{ W}$$

$$W_2 = V_L \cdot I_L \cdot \cos(30^\circ - \theta) = 150 \cdot (17,32) \cdot \cos(30^\circ - 30^\circ) = 2600 \text{ W}$$

La potencia activa total es

$$P_T = W_1 + W_2 = 3900 \text{ W}$$

Como comprobación, se puede calcular la potencia por fase $P_T = 3 \cdot R I_L^2 = 3 \cdot 4,33 \cdot (17,32)^2 = 1300 \text{ W}$ y, por tanto, la potencia activa total es

$$P_T = 3 \cdot P_F = 3 \cdot (1300) = 3900 \text{ W}$$

O bien, con cargas trifásicas equilibradas, la potencia activa total es

$$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \theta = \sqrt{3} \cdot (150) \cdot (17,32) \cdot \cos (-30^\circ) = 3900 \text{ W.}$$

7- Tres impedancias idénticas de $15 \angle 30^\circ$ ohmios se conectan en triángulo a un sistema trifásico, de tres conductores, 200 voltios y secuencia ABC. Hallar las intensidades de corriente en las líneas utilizando el método del equivalente monofásico.

Como la carga está conectada en triángulo se obtiene primeramente la impedancia equivalente de la carga con conexión en estrella:

$$Z_Y = Z_{\Delta}/3 = \frac{15}{3} \cdot \angle 30^\circ = 5 \angle 30^\circ$$

El módulo de tensión simple de línea a neutro es

$$V_{LN} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{200}{\sqrt{3}} = 115,5$$

Ahora bien, en el circuito equivalente monofásico de la Fig. 7.1 la tensión aplicada es $115,5 \angle 0^\circ$ voltios y la corriente resultante es

$$I_L = \frac{V_{LN}}{Z} = \frac{115,5 \angle 0^\circ}{5 \angle 30^\circ} = 23,1 \angle -30^\circ$$

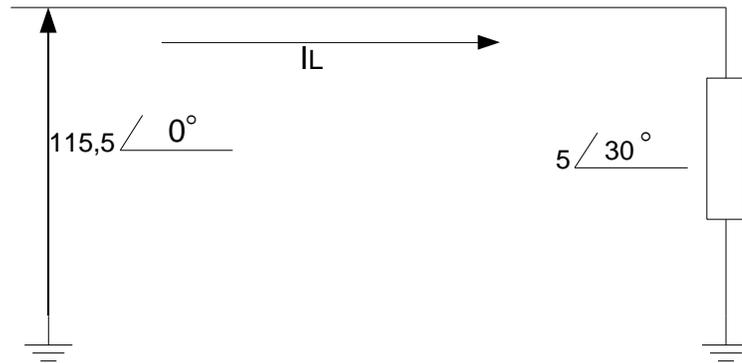


Fig. 7.1

Para obtener las intensidades de corriente en las líneas I_A , I_B , e I_C se determina en primer lugar el ángulo de fase en las correspondientes tensiones simples de línea a neutro en la secuencia ABC. Puesto que V_{AN} = tiene un ángulo de 90° , $I_A = 23,1 \angle (90^\circ - 30^\circ) = 23,1 \angle 60^\circ$ A. De igual forma, $I_B = 21,1 \angle -60^\circ$ A, $I_C = 23,1 \angle 180^\circ$ A.

Las corrientes en las impedancias en Δ están relacionadas con las corrientes de línea por

$$I_L = \sqrt{3} * I_F, \text{ de donde } I_F = \frac{23,1}{\sqrt{3}} = 13,3 \text{ A.}$$

El ángulo de V_{AB} en la secuencia ABC es de 120° y, por tanto, $I_{AB} = 13,3 \angle (120^\circ - 30^\circ) = 13,3 \angle 90^\circ$ A. Por el mismo procedimiento, $I_{BC} = 13,3 \angle -30^\circ$ A e $I_{CA} = 13,3 \angle 210^\circ$ A.

8- Tres impedancias iguales de $10 \angle 30^\circ$ ohmios, conectadas en estrella, y otras tres impedancias también iguales de $15 \angle 0^\circ$ ohmios, igualmente en estrella, están unidas a un sistema trifásico, de tres conductores, de 250 voltios. Hallar la potencia total.

Puesto que ambas cargas están conectadas en estrella, sus impedancias de fase pueden ponerse directamente en circuito equivalente monofásico, como se representa en la Fig. 8.1. La tensión aplicable a dicho sistema monofásico es

$$V_{LN} = \frac{VL}{\sqrt{3}} = \frac{250}{\sqrt{3}} = 144,5$$

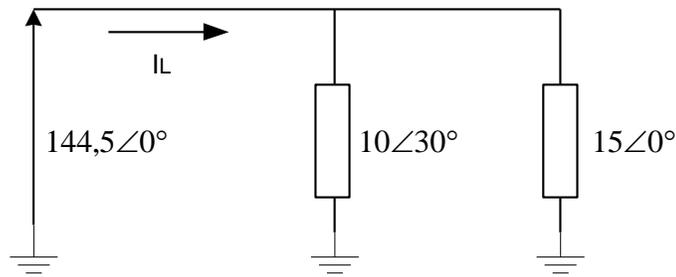


Fig. 8.1

La corriente tiene una intensidad, pues,

$$I_L = \frac{144,5\angle 0^\circ}{10\angle 30^\circ} + \frac{144,5\angle 0^\circ}{15\angle 0^\circ} = 14,45\angle -30^\circ + 9,62\angle 0^\circ = 23,2\angle -18,1^\circ$$

9- Un sistema trifásico de tres conductores, 240 voltios y secuencia CBA alimenta a una carga conectada en triángulo en la que $Z_{AB} = 25\angle 90^\circ$, $Z_{BC} = 15\angle 30^\circ$ y $Z_{CA} = 20\angle 0$ ohmios. Hallar las intensidades de corriente en las líneas y la potencia total.

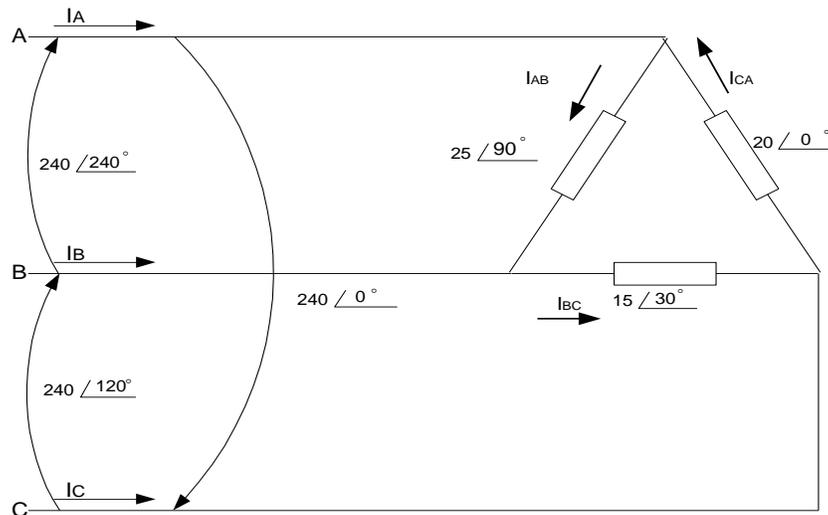


Fig. 9.1

Aplicando las tensiones compuestas entre líneas de la secuencia CBA a la carga conectada en el triángulo de la Fig. 9.1 y eligiendo las corrientes de fase como se ve en el esquema, se tiene

$$\mathbf{I}_{AB} = \frac{V_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{240\angle 240^\circ}{25\angle 90^\circ} = 9,6\angle 150^\circ$$

$$\mathbf{I}_{BC} = \frac{V_{BC}}{Z_{BC}} = \frac{240\angle 0^\circ}{15\angle 30^\circ} = 16,0\angle -30^\circ$$

$$\mathbf{I}_{CA} = \frac{V_{CA}}{Z_{CA}} = \frac{240\angle 120^\circ}{20\angle 0^\circ} = 12,0\angle 120^\circ$$

Las corrientes en las líneas pueden calcularse, ahora, en función de las corrientes en las fases.

$$\mathbf{I}_A = \mathbf{I}_{AB} + \mathbf{I}_{AC} = 9,6\angle 150^\circ - 12\angle 120^\circ = 6,06\angle 247,7^\circ$$

$$\mathbf{I}_B = \mathbf{I}_{BA} + \mathbf{I}_{BC} = -9,6\angle 150^\circ + 16\angle -30^\circ = 25,6\angle -30^\circ$$

$$\mathbf{I}_C = \mathbf{I}_{CA} + \mathbf{I}_{CB} = 12\angle 120^\circ - 16\angle -30^\circ = 27,1\angle 137,2^\circ$$

Como era de esperar, en cada carga desequilibrada las corrientes en las líneas no son iguales.

La potencia en cada fase se calcula de la siguiente manera:

Impedancia $\mathbf{Z}_{AB} = 25 \angle 90^\circ = 0 + j25 \Omega$, $\mathbf{R}_{AB} = 0$ e $\mathbf{I}_{AB} = 9,6$ A. Entonces,

$$P_{AB} = \mathbf{R}_{AB} * \mathbf{I}_{AB}^2 = (0) * (9,6)^2 = 0$$

Impedancia $\mathbf{Z}_{BC} = 15 \angle 30^\circ = 13 + j7,5 \Omega$, $\mathbf{R}_{BC} = 13 \Omega$ e $\mathbf{I}_{BC} = 16$ A. Por tanto,

$$P_{BC} = \mathbf{R}_{BC} * \mathbf{I}_{BC}^2 = (13) * (16)^2 = 3330 \text{ W}$$

Impedancia $\mathbf{Z}_{CA} = 20 \angle 0^\circ = 20 + j0 \Omega$, $\mathbf{R}_{CA} = 20 \Omega$ e $\mathbf{I}_{CA} = 12$ A. Por tanto,

$$P_{CA} = \mathbf{R}_{CA} * \mathbf{I}_{CA}^2 = (20) * (12)^2 = 2880 \text{ W}$$

La potencia total es la suma de las potencias por fase

$$P_T = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA} = 0 + 3330 + 2880 = 6210 \text{ W}$$

10- Hallar las lecturas del vatímetro cuando se utiliza el método de los dos vatímetros en el circuito del problema 9, con medida entre las líneas (a) A y B, (b) A y C.

Con los vatímetros en A y B,

$$(1) W_A = V_{AC} * I_A * \cos \angle_{AC}^A$$

$$(2) W_B = V_{BC} * I_B * \cos \angle_{BC}^B$$

Del problema 9, $V_{AC} = 240 \angle -60^\circ$ V, $I_A = 6,06 \angle 247,7^\circ$ A. entonces, el ángulo \angle_{AC}^A es el ángulo entre $247,7^\circ$ y -60° , o sea, $52,3^\circ$. Sustituyendo en (1)

$$W_A = 240 * (6,06) * \cos 52,3^\circ = 890 \text{ W.}$$

También del problema 9, $V_{BC} = 240 \angle 0^\circ$ V e $I_B = 25,6 \angle -30^\circ$ A. entonces, $\angle_{BC}^B = 30^\circ$.

Sustituyendo en (2),

$$W_B = 240 \cdot (25,6) \cdot \cos 30^\circ = 5320 \text{ W}$$

La potencia total es $P_T = W_A + W_B = 890 + 5320 = 6210 \text{ W}$

(b) Con los vatímetros en las líneas A y C

$$(3) \quad W_A = V_{AB} \cdot I_A \cos \angle^{AB}_A \qquad (4) \quad W_C = V_{CB} \cdot I_C \cos \angle^{CB}_C$$

del problema 14-11, $V_{AB} = 240 \angle 240^\circ \text{ V}$. Como $I_A = 6,06 \angle 247,7^\circ \text{ A}$, $\angle^{AB}_A = 7,7^\circ$.

Sustituyendo en (3),

$$W_A = 240 \cdot (6,06) \cdot \cos 7,7^\circ = 1440 \text{ W}$$

Del mismo modo, $V_{CB} = 240 \angle 180^\circ \text{ V}$, e $I_C = 27,1 \angle 137,2^\circ \text{ A}$, de donde $\angle^{CB}_C = 42,8^\circ$. Sustituyendo en (4)

$$W_C = 240 \cdot (27,1) \cdot \cos 42,8^\circ = 4770 \text{ W}.$$

Y la potencia total, $P_T = W_A + W_C = 1440 + 4770 = 6210 \text{ W}$.

11- Se aplica el método de los dos vatímetros a un sistema trifásico de tres conductores, 100 voltios y secuencia ABC con los aparatos de medidas en B y C, obteniéndose $W_B = 836$ y $W_C = 224$ vatios. Hallar la impedancia en la carga equilibrada y con conexión en triángulo.

Conociendo la secuencia y la situación de los aparatos puede conocerse el signo de θ .

Así,

$$\text{Tg}(\theta) = \sqrt{3} \frac{W_B - W_C}{W_B + W_C} = \sqrt{3} \frac{836 - 224}{836 + 224} = 1 \text{ de donde } \theta = 45^\circ$$

$$\text{Puesto que } P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos(\theta), \quad I_L = \frac{P}{\sqrt{3} V_L \cos \theta} = \frac{1060}{\sqrt{3}(100)(0,707)} = 8,66 \text{ A}$$

Entonces, el circuito equivalente monofásico tiene una tensión de $57,7\angle 0^\circ$ V y la impedancia conectada en estrella es $Z_Y = \frac{V}{I} = \frac{57,7\angle 0^\circ}{8,66\angle -45^\circ} \Omega$. La impedancia de carga en triángulo es :

$$Z_\Delta = 3Z_Y = 20\angle 45^\circ \Omega.$$

12- Tres impedancias idénticas de $30\angle 30^\circ$ ohmios están conectadas en triángulo a un sistema trifásico de tres conductores 208 voltios, siendo las impedancia de los hilos $0,8 + j0,6$ ohmios. Determinar el módulo de la tensión compuesta entre líneas en la

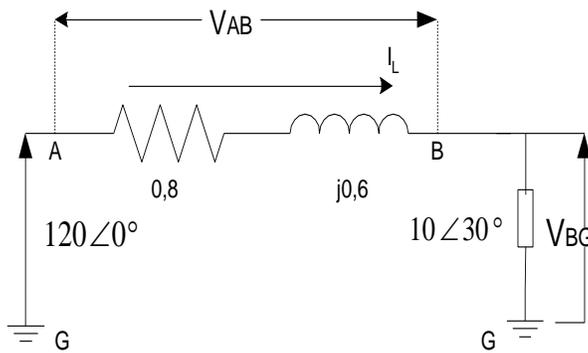


Fig. 12.1

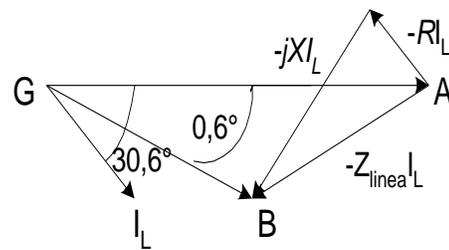


Fig. 12.2

carga.

El circuito se ha representado en la Fig. 12.1 con la impedancia equivalente en estrella de $10\angle 30^\circ \Omega$. La impedancia de la línea está en serie con la carga y

$$Z_{eq} = Z_{línea} + Z_{carga} = 0,8 + j0,6 + 8,66 + j5,0 = 11,0 \angle 30,6^\circ$$

Por tanto,

$$I_L = \frac{V}{Z_{eq}} = \frac{120\angle 0^\circ}{11,0\angle 30,6^\circ} = 10,9 \angle -30,6^\circ$$

La tensión en la carga es $V_{BG} = Z_{carga} \cdot I_L = (10\angle 30^\circ) (10,9\angle -30,6^\circ) = 109\angle -0,6^\circ$

La tensión compuesta pedida es

$$V_L = \sqrt{3} * V_F = \sqrt{3} (109) = 189 \text{ V}$$

Por tanto, la tensión del sistema de 208 V a caído a 189 V a causa de la impedancia de la línea.

El diagrama fasorial se representa en la Fig. 12.2 con la caída en la línea

$$V_{AB} = Z_{línea} \cdot I_L = (0,8 + j0,6) \cdot (10,9 \angle -30,6^\circ) = 10,9 \angle 6,3^\circ \text{ V.}$$

$$V_{AG} = V_{AB} + V_{BG} .$$

13- Hallar en el problema anterior, la tensión compuesta en la carga si en paralelo con ésta se pone un conjunto de condensadores con una reactancia de $-j20$ ohmios.

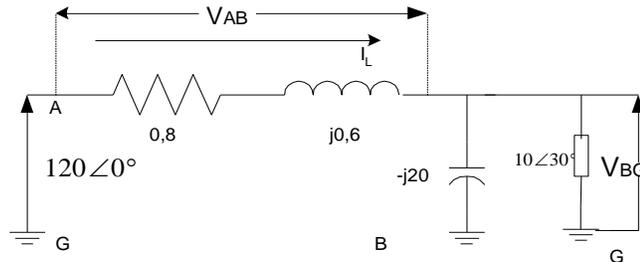


Fig. 13.1

En el circuito equivalente monofásico de la Fig. 13.1 están en paralelo $-j20$ y $10\angle30^\circ$.

$$Z_p = \frac{10\angle30^\circ(-j20)}{(8,66 + j5) - j20} = 11,55\angle0^\circ$$

Z_p está, por tanto, en serie con la impedancia de la línea y

$$Z_{eq} = Z_{línea} + Z_p = (0,8 + j0,6) + (11,55\angle0^\circ) = 12,35\angle2,78^\circ$$

La corriente en la línea es, pues,

$$I_L = \frac{V}{Z_{eq}} = \frac{120\angle0^\circ}{12,35\angle2,78^\circ} = 9,73\angle-2,78^\circ$$

Y la tensión en los extremos de la carga, es

$$V_{BG} = Z_P I_L = (11,55 \angle 0^\circ)(9,73 \angle -2,78^\circ) = 122 \angle -2,78^\circ$$

La tensión compuesta correspondiente es $V_L = \sqrt{3} * (112) = 194 \text{ V}$.

Como ya se vio en el capítulo dos, el factor de potencia se mejora al conectar condensadores en paralelo con la carga. Esto da lugar a una reducción en la caída de tensión en la impedancia de la línea. Y así, en este problema, la tensión del sistema a caído a 194 en lugar de 189 como en el problema 12.

Los ejercicios propuestos que se encuentran en el multimedia son los siguientes.

1- Se conectan en triángulo tres impedancia iguales de $10 \angle 53,1^\circ$ ohmios a un sistema trifásico de tres conductores, 240 voltios y secuencia CBA. Hallar las intensidades de corriente de línea.

Sol. $41,6 \angle -143,1^\circ$; $41,6 \angle -23,1^\circ$; y $41,6 \angle 96,9^\circ$ A.

2- Se conectan en triángulo a un sistema trifásico de tres conductores, 100 voltios y secuencia CBA tres impedancia iguales de $15,9 \angle 70^\circ$ ohmios. Hallar las intensidades de corriente de línea y la potencia total.

Sol. $10,9 \angle -160^\circ$; $10,9 \angle -40^\circ$; $10,9 \angle 80^\circ$ A; 646 W.

3- Tres impedancias de $42 \angle -35^\circ$ ohmios se conectan en triángulo a un sistema trifásico de tres conductores, 350 voltios y secuencia ABC. Hallar las intensidades de corriente de línea y la potencia total.

SOL. $14,4 \angle 125^\circ$; $14,4 \angle 5^\circ$; $14,4 \angle -115^\circ$ A; 7130 W.

4- Se une a un sistema trifásico de tres conductores, 208 voltios y secuencia CBA una carga equilibrada en estrella con impedancias de $6\angle 45^\circ$ ohmios. Hallar las intensidades de corriente de línea, incluida la del neutro.

Sol. $20\angle -135^\circ$; $20\angle -15^\circ$; $20\angle 105^\circ$; 0 A.

5- Una carga equilibrada con impedancias de $65\angle -20^\circ$ ohmios se conecta en estrella a un sistema trifásico de tres conductores, 480 voltios y secuencia CBA. Hallar las intensidades de corriente de línea y la potencia total.

Sol. $4,26\angle -70^\circ$; $4,26\angle 50^\circ$; $4,26\angle 170^\circ$; 3320 W.

6- Tres impedancias idénticas de $9\angle -30^\circ$ ohmios en triángulo y tres impedancias de $5\angle 45^\circ$ ohmios en estrella se conectan al mismo sistema trifásico de tres conductores, 480 voltios y secuencia ABC. Hallar el módulo de la intensidad de corriente de línea y la impedancia total.

Sol. 119,2 A; 99kW.

7- Una carga en triángulo equilibrada con tres impedancias de $27\angle -25^\circ$ ohmios y otra en estrella equilibrada con impedancias de $10\angle -30^\circ$ ohmios, se conectan a un sistema trifásico de tres conductores, 208 voltios y secuencia ABC. Hallar las intensidades de línea y la potencia en cada carga.

Sol. $25,3\angle 117,4^\circ$ A; $25,3\angle -2,6^\circ$ A; $25,3\angle -122,6^\circ$ A; 4340 W; 3740 W

8- Un sistema trifásico, a 100 voltios, alimenta una carga equilibrada en triángulo con impedancia de $10\angle -36,9^\circ$ ohmios y una carga en estrella equilibrada

con impedancia de $5\angle 53,1^\circ$ ohmios. Hallar la potencia en cada carga y módulo de la intensidad de corriente en la línea total.

Sol. 2400 W; 1200 W; 20,8 A.

9- Dos carga equilibradas en triángulo con impedancias de $20\angle -60^\circ$ y $18\angle 45^\circ$ ohmios, respectivamente, se conectan a un sistema trifásico de 150 voltios. Hallar la potencia en cada carga.

Sol. 1690 y 2650 W.

10- Los vatímetros situados en las líneas A y B de un sistema de 120 voltios y secuencia CBA , indican los valores 1500 y 500 vatios, respectivamente. Hallar la impedancia de la carga equilibrada en triángulo.

Sol . $16,3\angle -41^\circ$ ohmios.

11- Hallar las lecturas de los dos vatímetros utilizados en un sistema de tres conductores, 240 voltios, con una carga conectada en triángulo y equilibrada de $20\angle 80^\circ$ ohmios.

Sol. -1710 , 3210 W.

12- Un sistema de 100 voltios y secuencia CBA alimenta a una carga equilibrada y tiene dos vatímetros en las líneas A y B. Si $I_B = 10,9\angle -40^\circ$ amperios es la intensidad de corriente en la línea B, Hallar las lecturas de ambos vatímetros.

Sol. -189,835 W.

13- Una carga conectada en triángulo, con $\mathbf{Z}_{AB} = 10\angle 30^\circ$, $\mathbf{Z}_{BC} = 25\angle 0^\circ$ y $\mathbf{Z}_{CA} = 20\angle -30^\circ$ ohmios, se une a un sistema trifásico de tres conductores, 500 voltios y secuencia ABC. Hallar las intensidades de corriente en las líneas y la potencia total.

Sol. $75\angle 90^\circ$ A; $53,9\angle -68,2^\circ$ A; $32\angle 231,3^\circ$ A; 42,4 Kw.

14- Una carga en estrella, con $\mathbf{Z}_A = 3 + j0$, $\mathbf{Z}_B = 2 + j3$ y $\mathbf{Z}_C = 2 - j1$ ohmios, se conectan a un sistema trifásico de cuatro conductores, 100 voltios y secuencia CBA. Determinar las intensidades de corriente en las líneas, incluido el neutro, suponiendo positivo el sentido hacia la carga.

Sol. $19,25\angle -90^\circ$ A; $16\angle 26,3^\circ$ A; $25,8\angle 176,6^\circ$ A; $27,3\angle 65,3^\circ$ A

15- Las intensidades de corriente de línea en un sistema trifásico de tres conductores, 220 voltios y secuencia ABC son $\mathbf{I}_A = 43,5\angle 116,6^\circ$, $\mathbf{I}_B = 43,3\angle -48^\circ$ e $\mathbf{I}_C = 11,39\angle 218^\circ$ amperios. Obtener las lecturas de los vatímetros en las líneas (a) A y B, (b) B y C, (c) A y C.

Sol. (a) 5270, 6370 W; (b) 9310, 2330 W; (c) 9550, 1980 W.

16- El sistema de corriente de línea equilibrada en el diagrama fasorial de la Fig. 16.1 tiene un valor absoluto de 10 amperios y la tensión compuesta es de 120 voltios. Determinar las correspondientes potencias activa y aparente.

Sol. 1,47 Kw.; 2,08 KVA.

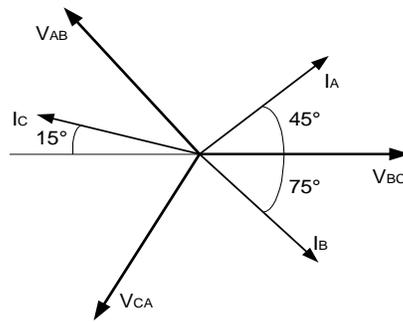


Fig. 16.1

17- Un sistema de tres conductores, 480 voltios y secuencia ABC alimenta a una carga en estrella en la que $Z_A = 10\angle 0^\circ$, $Z_B = 5\angle -30^\circ$ y $Z_C = 5\angle 30^\circ$ ohmios. Hallar las lecturas de los vatímetros en las líneas A y B.

Sol. 8,92 Kw.; 29,6 Kw.

18- Tres impedancias idénticas de $15\angle 60^\circ$ ohmios se conectan en estrella a un sistema trifásico de tres conductores a 240 voltios. Las líneas tienen entre la alimentación y la carga impedancias de $2 + j1$ ohmios. Hallar el módulo de la tensión de línea en la carga.

Sol. 213 V.

El test de preguntas que se encuentran en el multimedia son las siguientes.

1- Un sistema trifásico:

a) Está formado por dos circuitos monofásicos.

b) ESTA FORMADO POR TRES CIRCUITOS MONOFASICOS.

- c) Está formado por cuatro circuitos monofásicos.
- d) No está formado por ningún circuito monofásico.

2- Todos los sistemas monofásicos deben tener:

- a) Diferentes tensiones máximas.
- b) Es indiferente si son iguales o distinta las tensiones máximas.
- c) **LAS TENSIONES MÁXIMA IGUALES.**
- d) Cualquiera de las anteriores.

3- En un sistema trifásico, los circuitos monofásicos están separados en:

- a) 150°
- b) 270°
- c) 180°
- d) **120°**

4- La secuencia positiva es:

- a) **ABC, BCA y CAB.**
- b) ACB, CBA y BAC.
- c) ABC, CBA y CAB.
- d) ABC, BCA y ACB.

5- La secuencia negativa es:

- a) ACB, BCA y BAC.
- b) ACB, CBA y CAB.
- c) **ACB, CBA y BAC.**
- d) ABC, BCA y CAB.

6- Las fuentes de un Sistema Trifásico, pueden estar conectadas en:

- a) Solamente en estrella.

b) EN ESTRELLA O EN DELTA.

- c) Solamente en delta.
- d) Ninguna de las dos conexiones.

7- La carga de un Sistema Trifásico, puede estar conectada en:

a) EN ESTRELLA O EN DELTA.

- b) Solamente en estrella.
- c) Solamente en delta.
- d) Ninguna de las dos conexiones.

8- En una conexión Y-Y, la magnitud de la tensión de línea y la magnitud de la tensión de fase son:

- a) La magnitud de la tensión de línea y la magnitud de la tensión de fase son iguales.
- b) La magnitud de la tensión de fase es igual a $\sqrt{3}$ la magnitud de la tensión de línea.
- c) LA MAGNITUD DE LA TENSIÓN DE LÍNEA ES IGUAL A $\sqrt{3}$ LA MAGNITUD DE LA TENSIÓN DE FASE.**
- d) Ninguna de las anteriores.

9- En una conexión Y-Y, la magnitud de la corriente de línea y la magnitud de la corriente de fase son:

- a) LA MAGNITUD DE LA CORRIENTE DE LÍNEA Y LA MAGNITUD DE LA CORRIENTE DE FASE SON IGUALES.**

- b) La magnitud de la corriente de fase es igual a $\sqrt{3}$ la magnitud de la corriente de línea.
- c) La magnitud de la corriente de línea es igual a $\sqrt{3}$ la magnitud de la corriente de fase.
- d) Ninguna de las anteriores.

10- La corriente del neutro es cero porque:

- a) El sistema es desbalanceado.
- b) EL SISTEMA ES BALANCEADO.**
- c) Es indiferente si es balanceado o desbalanceado.
- d) Ninguna de las anteriores.

11- En una conexión Y- Δ , la magnitud de la tensión de línea y la magnitud de la tensión de fase son:

- a) LA MAGNITUD DE LA TENSIÓN DE LÍNEA Y LA MAGNITUD DE LA TENSIÓN DE FASE SON IGUALES.**
- b) La magnitud de la tensión de fase es igual a $\sqrt{3}$ la magnitud de la tensión de línea.
- c) la magnitud de la tensión de línea es igual a $\sqrt{3}$ la magnitud de la tensión de fase.
- d) Ninguna de las anteriores.

12- En una conexión Y- Δ , la magnitud de la corriente de línea y la magnitud de la corriente de fase son:

- a) la magnitud de la corriente de línea y la magnitud de la corriente de fase son iguales.
- b) La magnitud de la corriente de fase es igual a $\sqrt{3}$ la magnitud de la corriente de línea.

C) LA MAGNITUD DE LA CORRIENTE DE LÍNEA ES IGUAL A $\sqrt{3}$ LA MAGNITUD DE LA CORRIENTE DE FASE.

d) Ninguna de las anteriores.

13- En una conexión Y-Y, la tensión de línea se encuentra desfasada con respecto a la tensión de fase correspondiente en:

a) La tensión de línea adelanta 60° a la tensión de fase correspondiente.

b) La tensión de línea atrasa 30° a la tensión de fase correspondiente.

c) La tensión de línea atrasa 60° a la tensión de fase correspondiente.

d) LA TENSIÓN DE LÍNEA ADELANTA 30° A LA TENSIÓN DE FASE CORRESPONDIENTE.

14- En una conexión Y-Y, la tensión de línea se encuentra desfasada con respecto a la corriente de línea correspondiente en:

a) La tensión de línea atrasa $(30^\circ + \phi)$ a la corriente de línea correspondiente.

b) LA TENSIÓN DE LÍNEA ADELANTA $(30^\circ + \phi)$ A LA CORRIENTE DE LÍNEA CORRESPONDIENTE.

c) La tensión de línea atrasa $(60^\circ + \phi)$ a la corriente de línea correspondiente.

d) La tensión de línea adelanta $(30^\circ - \phi)$ a la corriente de línea correspondiente.

15- En una conexión Y- Δ , la corriente de fase se encuentra desfasada con respecto a la corriente de línea correspondiente en:

a) La corriente de fase adelanta 60° a la corriente de línea correspondiente.

b) La corriente de fase atrasa 30° a la corriente de línea correspondiente.

c) LA CORRIENTE DE FASE ADELANTA 30° A LA CORRIENTE DE LÍNEA CORRESPONDIENTE.

d) La corriente de fase atrasa 45° a la corriente de línea correspondiente.

16- En una conexión Y- Δ , la tensión de línea se encuentra desfasada con respecto a la corriente de línea correspondiente en:

- a) **LA TENSIÓN DE LÍNEA ADELANTA ($30^\circ+\phi$) A LA CORRIENTE DE LÍNEA CORRESPONDIENTE.**
- b) La tensión de línea adelanta ($30^\circ-\phi$) a la corriente de línea correspondiente.
- c) La tensión de línea atrasa ($30^\circ+\phi$) a la corriente de línea correspondiente.
- d) La tensión de línea adelanta ($60^\circ+\phi$) a la corriente de línea correspondiente.

17- La potencia trifásica es:

- a) Es la misma potencia monofásica.
- b) Es la multiplicación de la potencia monofásica para cada fase.
- c) **ES LA SUMA DE LAS POTENCIA MONOFÁSICA PARA CADA FASE.**
- d) Ninguna de las anteriores.

18- El factor de potencia es:

- a) **$F_p = \cos(\theta)$.**
- b) $F_p = \text{Sen}(\theta)$
- c) $F_p = \text{Tang}(\theta)$
- d) Ninguna de las anteriores.

19- La potencia reactiva que requiere los condensadores para mejorar o corregir el factor de potencia viene expresada por la ecuación:

- a) $k\text{VAr}_c = P * [\cos(\theta_1) - \cos(\theta_2)]$.
- b) $K\text{VAr}_c = P * [\text{Sen}(\theta_1) - \text{Sen}(\theta_2)]$.
- c) $K\text{VAr}_c = P * [\text{Sen}(\theta_1) - \cos(\theta_2)]$.
- d) **$K\text{VAR}_C = P * [\text{TANG}(\theta_1) - \text{TANG}(\theta_2)]$.**

20- Las conexiones en los transformadores en Sistemas Trifásico pueden ser:

- a) Estrella – Delta o Estrella – Estrella.
- b) Delta – Delta o Estrella – Estrella.
- c) Delta – Estrella, Estrella – Estrella o Delta – Delta
- d) **DELTA – DELTA, ESTRELLA – ESTRELLA, DELTA – ESTRELLA O ESTRELLA – DELTA.**

21- En un sistema trifásico con carga inductiva, el ángulo de fase de la impedancia $Z \angle \Phi Z$ es:

- a) 0°
- b) -90°
- c) **90°**
- d) 180°

22- En un sistema trifásico con carga capacitiva, el ángulo de fase de la impedancia $Z \angle \Phi Z$ es:

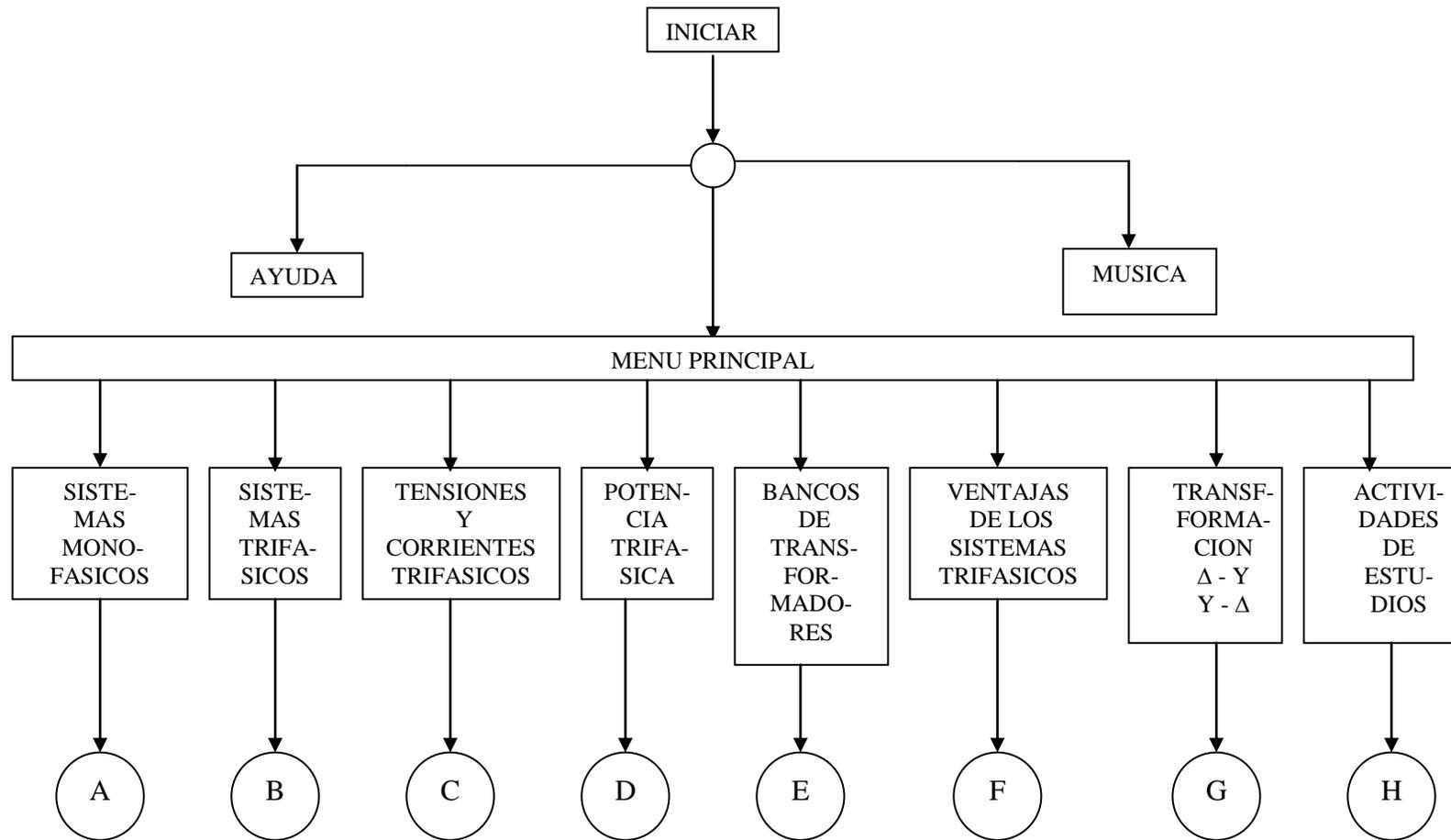
- a) 90°
- b) 180°
- c) 0°
- e) **-90°**

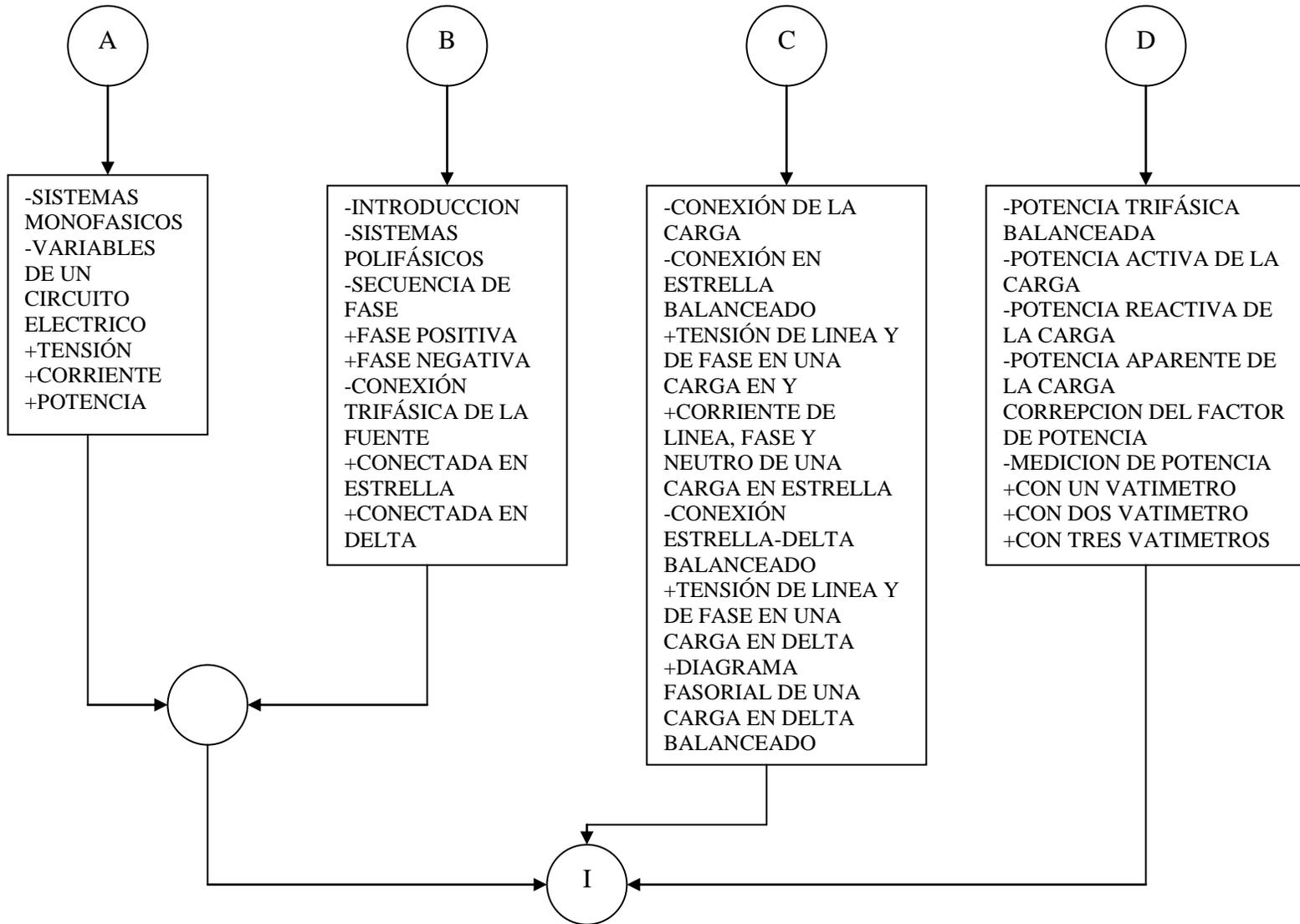
En el presente multimedia, se trató de minimizar lo posible las desventajas que producen los multimedia educativos, en nuestro caso se presenta los siguientes puntos.

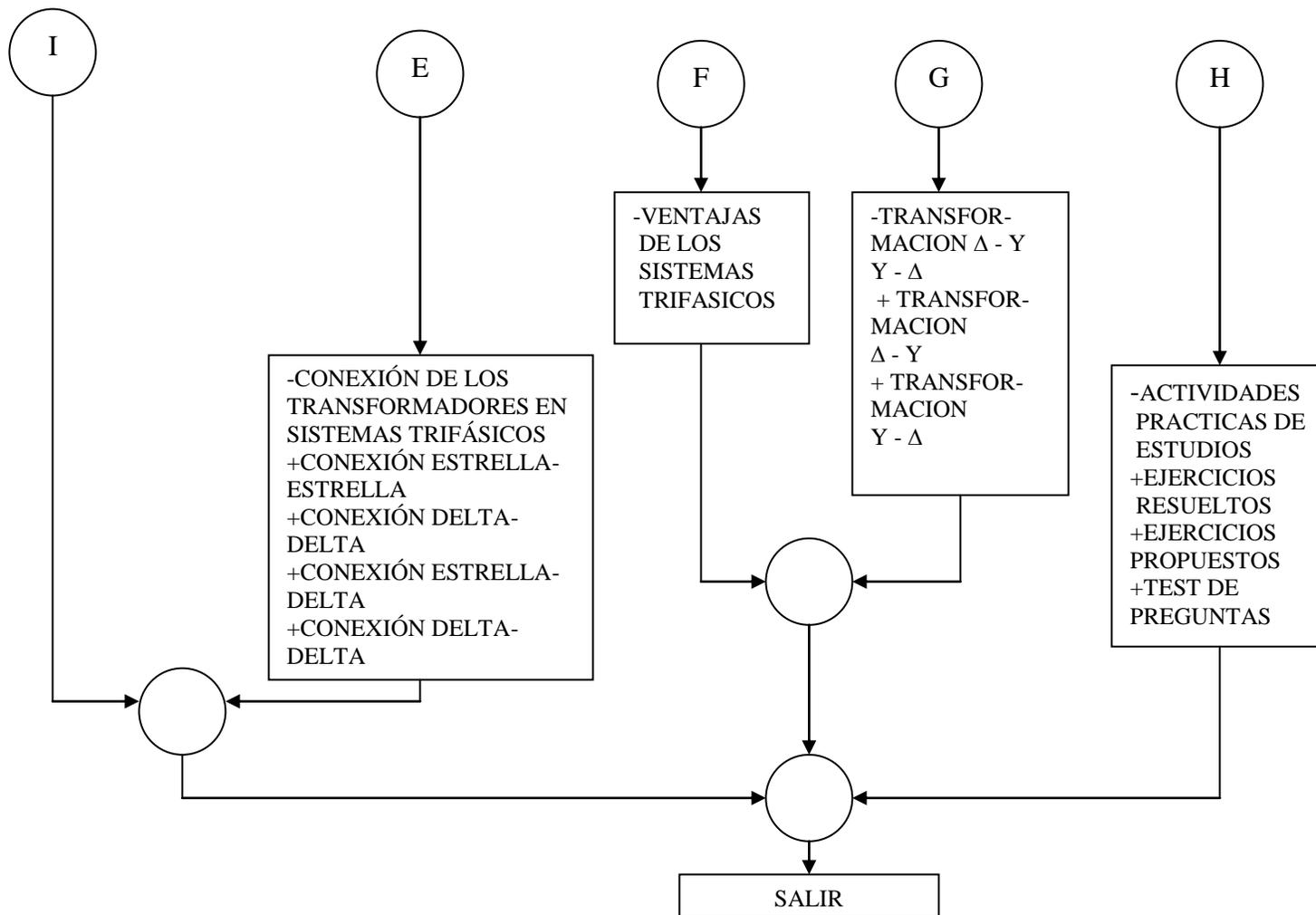
- En el multimedia contiene un color de fondo agradable con la finalidad de evitar cansancio en la vista.

- Las figuras son interactivas, con la finalidad de que el usuario comprenda mejor la formación de los diagramas fasoriales o la circulación de la corriente en un circuito, el movimiento hace que la persona se concentre más en lo que está viendo y no se producen distracciones.
- El sonido, hay usuarios que comprenden mejor una lección por medio auditivo, así como también por medio de la lectura, por tal razón, se utilizan ambos métodos para un mejor entendimiento del tema que se está estudiando.
- En el multimedia aparece un test de pregunta en la cual lo pueden realizar entre dos personas, esto se realiza con la finalidad de evitar la individualidad del usuario a la hora de explorar el multimedia.
- En el multimedia hay problemas resueltos para que el usuario tenga confianza de sí mismo sobre el tema y luego pueda realizar los problemas propuestos, esto motiva a que el multimedia sea visto por más de un usuario y se evita la individualidad.
- El contenido teórico del multimedia, es sencillo, completo y actualizado exclusivamente para el estudiante de Electrotecnia.

4.3- ALGORITMO DEL MULTIMEDIA.







4..4- REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.

A continuación se indica el hardware y el software necesarios para editar películas Flash:

- Para Microsoft ® Windows: procesador Intel Pentium a 200 MHz o equivalente con Windows 98 SE, Windows ME, Windows NT 4.0, Windows 2000 o Windows XP, 64 MB de RAM (se recomiendan 128 MB), 85 MB de espacio disponible en disco; monitor en color de 16 bits con capacidad para una resolución de 1024 x 768 y una unidad de CD-ROM.

- Para Macintosh: Power Macintosh con Mac OS 9.1 (o posterior) o Mac OS X versión 10.1 (o posterior); 64 MB de memoria RAM libre para aplicaciones (se recomiendan 128 MB), más 85 MB de espacio libre en disco, monitor en color con capacidad de visualización en 16 bits (miles de colores) con una resolución de 1024 x 768 y una unidad de CD-ROM.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se desarrollo un multimedia didáctico para la enseñanza de sistemas trifásicos (AC) adaptadas a las necesidades de los estudiantes cursantes de la cátedra de electrotecnia de la Universidad de Carabobo, cubriendo el contenido del tema de sistemas polifásicos, fuente trifásica y secuencia, carga trifásica balanceada y conexiones, diagrama fasorial, corriente de línea, fase y neutro, tensiones de línea y de fase, potencia aparente, activa y reactiva, medición de potencia y corrección del factor de potencia, banco de transformadores, conexiones y relación de transformación y ventajas de los sistemas trifásicos.

Se seleccionaron los recursos bibliográficos necesarios para lograr cubrir el tema de sistemas trifásicos.

Se definió el sistema de comunicación programa – usuario.

Se evaluó las necesidades docentes y estudiantiles respecto a la elaboración del multimedia en el tema.

Se seleccionó como programa base el flash MX.

Se diseño el algoritmo de programación.

Se recomienda que el usuario vea el multimedia a medida que el profesor dicte las clases de sistemas trifásicos, para complementar sus conocimientos.

Se recomienda que antes de resolver los problemas resueltos y propuestos, se resuelva el test de preguntas, para asegurar al usuario que tiene claro la teoría.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFICAS

BIBLIOGRAFÍA.

1. Bogdan Baran W. Francisco Rosales B, Análisis de Redes en Régimen Permanente, Universidad de Carabobo, Valencia 1993.
2. Dorf, Circuitos Eléctricos, Introducción al Análisis y Diseño, 2ª edición, Alfaomega grupo editor, 1993.
3. David Irwin, Análisis Básico de Circuitos en Ingeniería, 5^{ta} edición, Prentice Hall grupo editorial, 1997.
4. David E. Jonson, John L. Edwin, Peter D. Scott, Circuitos Eléctricos, 5^{ta} edición, Prentice Hall grupo editorial, 1996.
5. Enciclopedia Encarta 2000.
6. Escalona S, Luis E. Lozada S, Víctor A, programa interactivo para respaldar la enseñanza del estudiante de Ingeniería Eléctrica, con relación a circuitos de corriente alterna, tesis de grado de la Universidad de Carabobo,Valéncia, Junio 2002.
7. Edminister Joseph, Circuitos Eléctricos, serie de compendios Schaum, libros Mc Graw Hill, año 1973.
8. Pere Marqués, El Software Educativo, Universidad de Barcelona, 1996, http://www.emi.ub.es/te/any96/marques_software/
9. Hernandez Sampieri, Roberto Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, segunda edición, Editorial Mc Graw Hill, 1998.

10. Stephen J. Chapman, Máquinas Eléctricas, primera edición, año 1987, McGraw-Hill.

11. Van Valkenburgh, Nooger & Neville, Inc, Electricidad Básica, volumen tres, editorial Bell S.A, Buenos Aires, 1981.

ANEXOS

ANEXOS

¿Ha cursado la materia con anterioridad?.

# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE INDUSTRIAL	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1

ENCUESTADO 24	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1

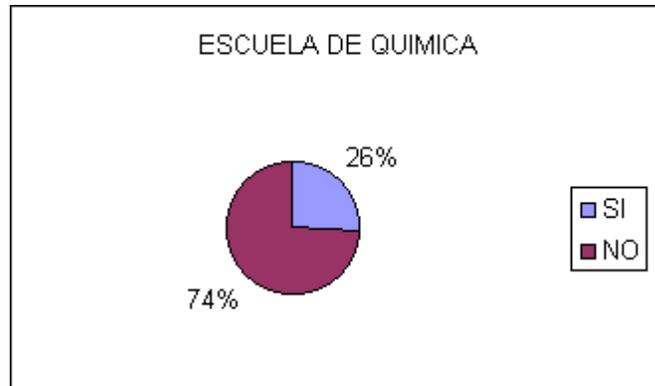
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 55	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 56	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 57	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 58	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 59	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 60	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 61	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 62	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1	
TOTAL: 62			5	57



# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE QUIMICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE QUIMICA		1

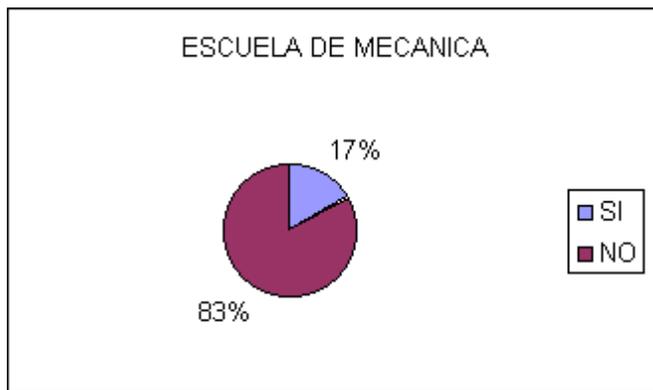
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE QUIMICA		1

ENCUESTADO 53	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE QUIMICA		1
TOTAL 54		14	40

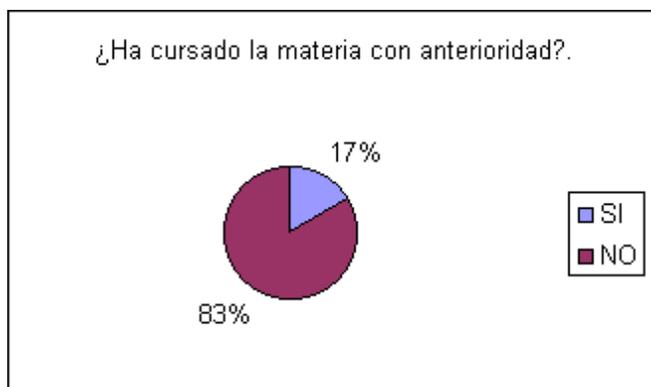


# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE MECANICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE MECANICA		1

ENCUESTADO 29	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE MECANICA		1
TOTAL: 41		7	34



ESCUELA	TOTAL ENCUESTADOS	SI	NO
INDUSTRIAL	62	5	57
QUIMICA	54	14	40
MECANICA	41	7	34
TOTALES:	157	26	131



¿SE LE HA DIFICULTADO EL TEMA DE SISTEMAS TRIFASICOS?.

# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE INDUSTRIAL	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	

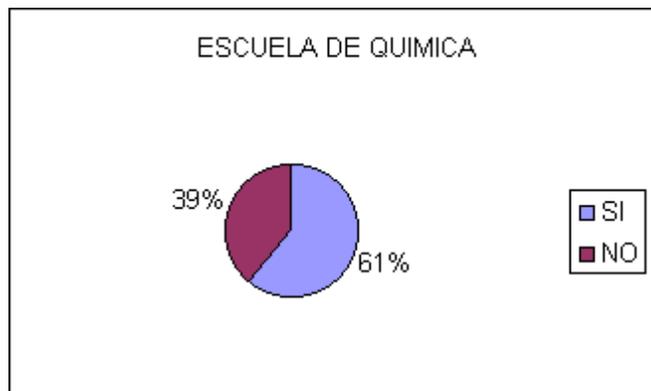
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 55	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 56	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 57	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 58	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 59	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 60	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 61	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 62	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
TOTAL: 62		32	30



# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE QUIMICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE QUIMICA	1	

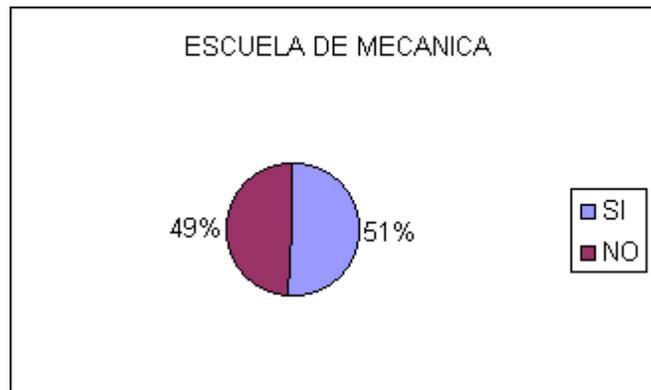
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE QUIMICA	1	1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE QUIMICA	1	

ENCUESTADO 52	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE QUIMICA		
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE QUIMICA	1	
TOTAL: 54		33	21

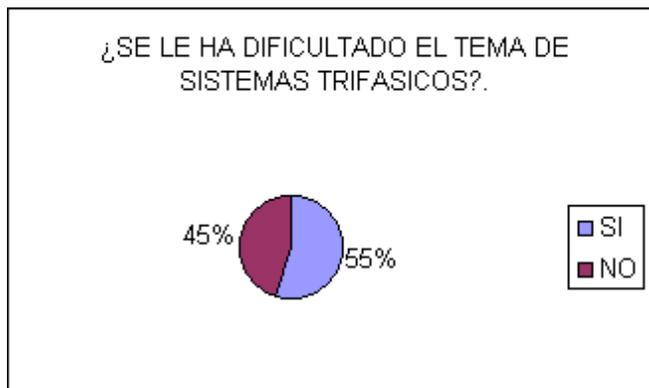


# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE MECANICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE MECANICA		1

ENCUESTADO 28	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE MECANICA	1	
TOTAL: 41		21	20



ESCUELA	TOTAL ENCUESTADOS	SI	NO
INDUSTRIAL		62	32
QUIMICA		54	33
MECANICA		41	21
TOTALES:		157	86



¿CREE USTED QUE ES CONVENIENTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIMEDIA EDUCATIVO PARA EL TEMA DE SISTEMAS TRIFASICOS?.

# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE INDUSTRIAL	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	

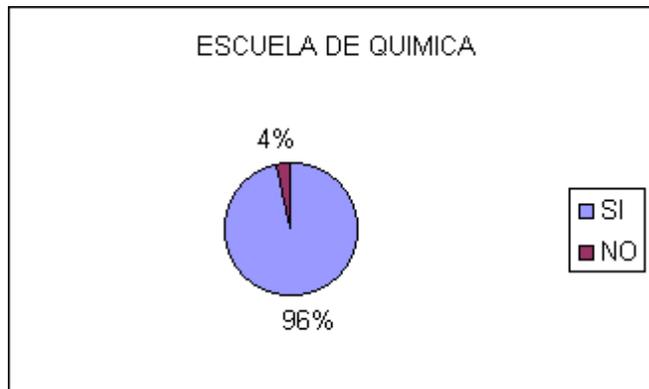
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 55	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 56	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 57	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 58	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 59	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 60	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 61	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 62	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
TOTAL: 62		61	1



# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE QUIMICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE QUIMICA	1	

ENCUESTADO 3	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE QUIMICA		1

ENCUESTADO 49	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE QUIMICA	1	
TOTAL: 54		52	2



# DE ENCUESTADO	ESCUELA DE MECANICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE MECANICA	1	

ENCUESTADO 25	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE MECANICA	1	
TOTAL: 41		41	0



ESCUELA	TOTAL ENCUESTADOS	SI	NO	
INDUSTRIAL		62	61	1
QUIMICA		54	52	2
MECANICA		41	41	0
TOTALES:		157	154	3



¿CONSIDERA USTED QUE LAS CLASES DE PREPARADURIA SATISFACEN LA ADQUISICION DE CONOCIMIENTO DE SISTEMAS TRIFASICOS?.

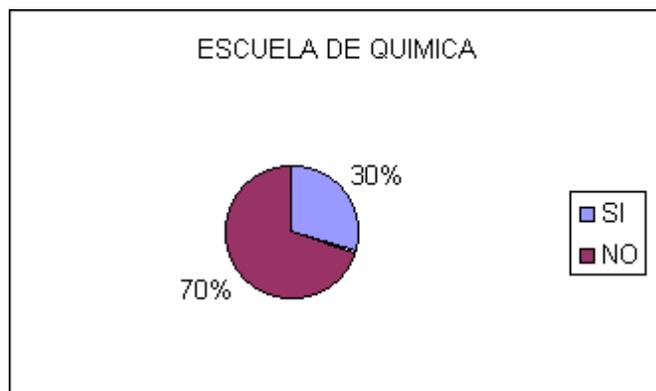
# ENCUESTADO	ESCUELA DE INDUSTRIAL	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1

ENCUESTADO 27	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 55	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 56	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 57	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 58	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 59	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 60	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 61	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 62	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
TOTAL: 62		18	44



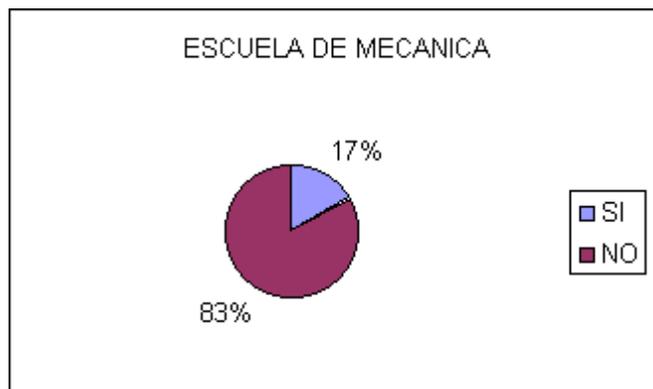
# ENCUESTADO	ESCUELA DE QUIMICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE QUIMICA		1

ENCUESTADO 41	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE QUIMICA		1
TOTAL 54		16	38



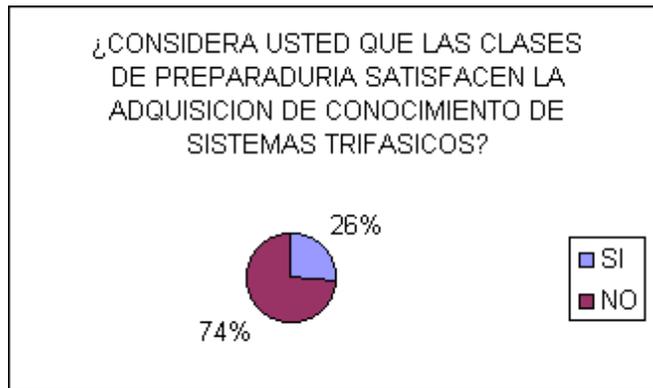
# ENCUESTADO	ESCUELA DE MECANICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE MECANICA		1

ENCUESTADO 12	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE MECANICA		1
TOTAL: 41		7	34



ESCUELA	TOTAL ENCUESTADOS	SI	NO
---------	-------------------	----	----

INDUSTRIAL	62	18	44
QUIMICA	54	16	38
MECANICA	41	7	34
TOTALES:	157	41	116



¿UTILIZA USTED MUY FRECUENTEMENTE LA COMPUTADORA?.

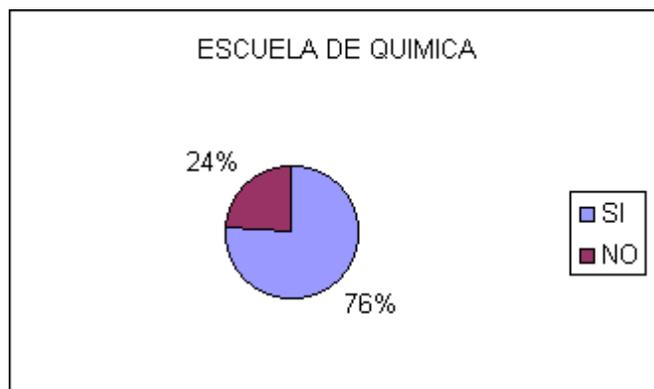
# ENCUESTADO	ESCUELA DE INDUSTRIAL	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	

ENCUESTADO 25	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 55	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 56	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 57	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 58	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 59	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 60	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 61	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 62	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
TOTAL: 62		39	23



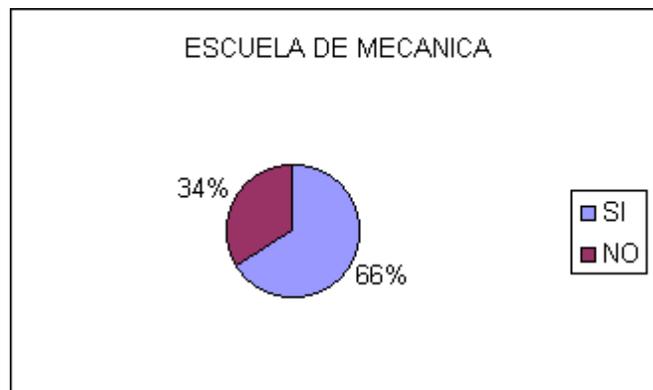
# ECUESTADO	ESCUELA DE QUIMICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE QUIMICA	1	

ENCUESTADO 40	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE QUIMICA		1
TOTAL: 54		41	13

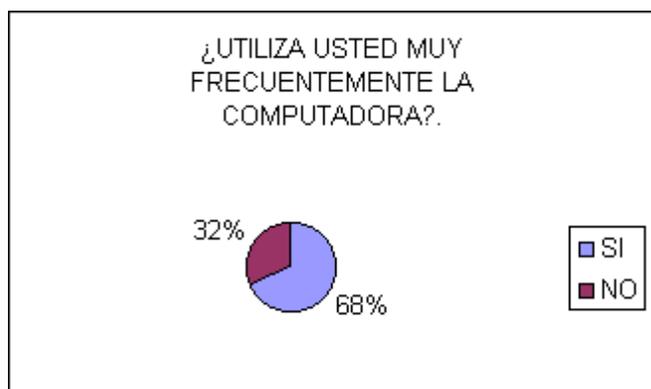


# ENCUESTADO	ESCUELA DE MECANICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE MECANICA		1

ENCUESTADO 16	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE MECANICA	1	
TOTAL: 41		27	14



ESCUELA	TOTAL ENCUESTADOS	SI	NO
INDUSTRIAL		62	39
QUIMICA		54	41
MECANICA		41	27
TOTALES:		157	107



¿POR INICIATIVA PROPIA, HACE CONSULTAS FRECUENTES DE LA BIBLIOGRAFIA RECOMENDADAS?

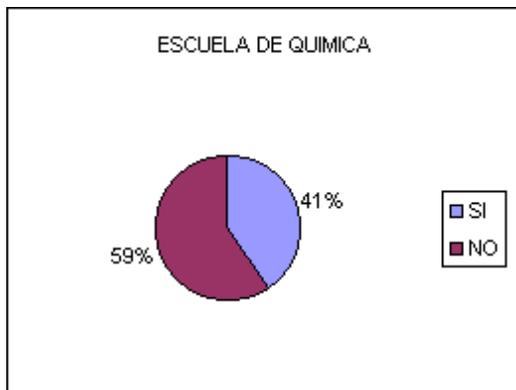
# ENCUESTADO	ESCUELA DE INDUSTRIAL	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	

ENCUESTADO 32	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 55	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 56	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 57	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 58	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 59	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 60	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 61	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 62	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
TOTAL: 62		24	38



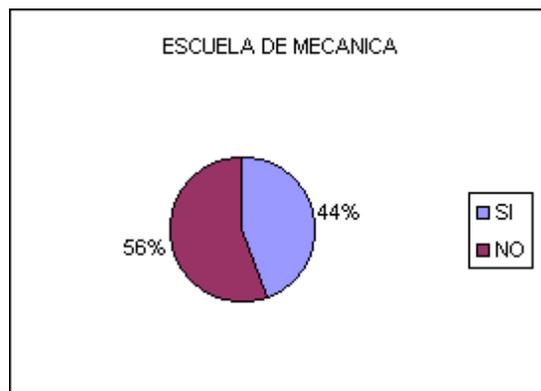
# ENCUESTADO	ESCUELA DE QUIMICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE QUIMICA	1	

ENCUESTADO 44	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE QUIMICA		1
TOTALO: 54		22	32

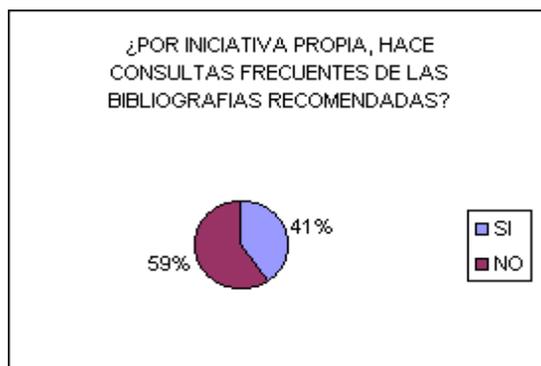


# ENCUESTADO	ESCUELA DE MECANICA	SI	NO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE MECANICA		1

ENCUESTADO 19	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE MECANICA		1
TOTAL: 41		18	23



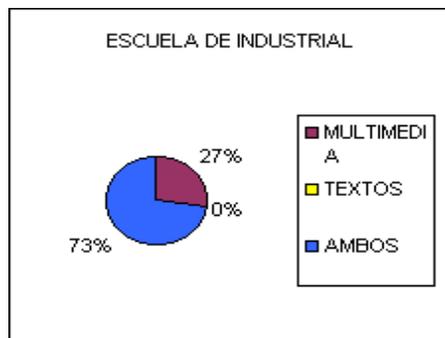
ESCUELA	TOTAL ENCUESTADOS	SI	NO
INDUSTRIAL		62	24
QUIMICA		54	22
MECANICA		41	18
TOTALES:		157	64



¿SI USTED CONTARA CON UN MULTIMEDIA EDUCATIVO, SE APOYARIA EN ESTA HERRAMIENTA, SE APOYARIA EN LOS TEXTOS O EN AMBOS?

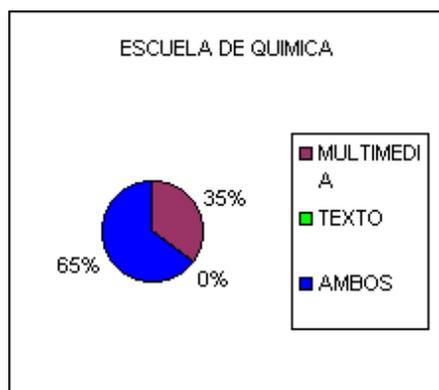
# ENCUESTADO	ESCUELA DE INDUSTRIAL	MULTIMEDIA	TEXTOS	AMBOS
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1

ENCUESTADO 27	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 55	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 56	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 57	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 58	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 59	ESCUELA DE INDUSTRIAL			1
ENCUESTADO 60	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 61	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
ENCUESTADO 62	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1		
TOTAL: 62		17	0	45



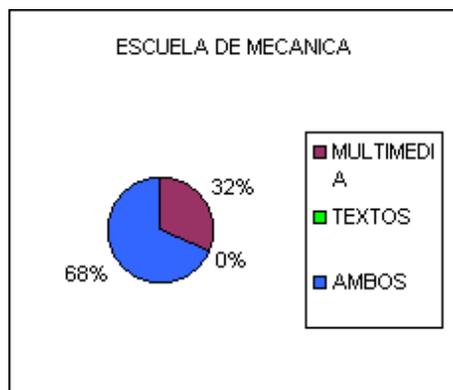
# ENCUESTADO	ESCUELA DE QUIMICA	MULTIMEDIA	TEXTO	AMBOS
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE QUIMICA			1

ENCUESTADO 41	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE QUIMICA	1		
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE QUIMICA			1
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE QUIMICA			1
TOTAL: 54		19	0	35



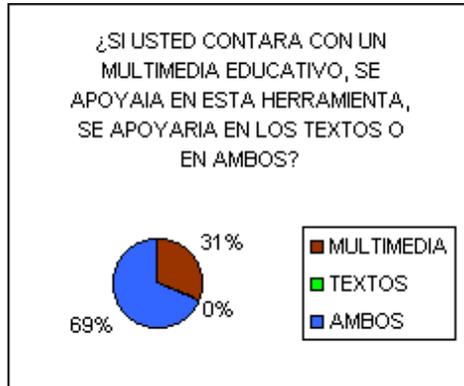
# ENCUESTADO	ESCUELA DE MECANICA	MULTIMEDIA	TEXTOS	AMBOS
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE MECANICA			1

ENCUESTADO 17	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE MECANICA			1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE MECANICA	1		
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE MECANICA			1
TOTAL: 41		13	0	28



ESCUELA	TOTAL ENCUESTADOS	MULTIMEDIA	TEXTOS	AMBOS
INDUSTRIAL	62	17	0	45
QUIMICA	54	19	0	35
MECANICA	41	13	0	28

TOTALES:	157	49	0	108
----------	-----	----	---	-----



¿SI USTED CONTARA CON UNA HERRAMIENTA DE MULTIMEDIA EN EL TEMA DE SISTEMAS TRIFASICOS, LO REVISARIA EN FORMA INDIVIDUAL O EN GRUPO?

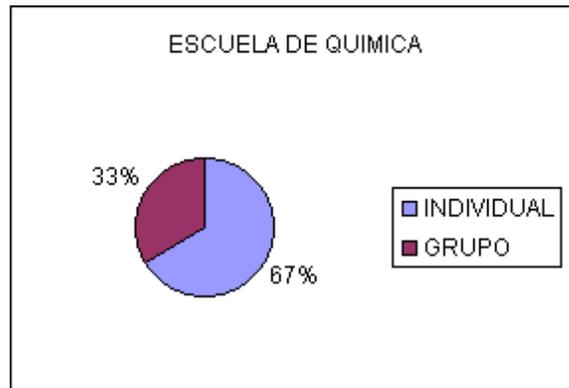
# ENCUESTADO	ESCUELA DE INDUSTRIAL	INDIVIDUAL	GRUPO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	

ENCUESTADO 27	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 55	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 56	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 57	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 58	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 59	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 60	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
ENCUESTADO 61	ESCUELA DE INDUSTRIAL		1
ENCUESTADO 62	ESCUELA DE INDUSTRIAL	1	
TOTAL: 62		36	26



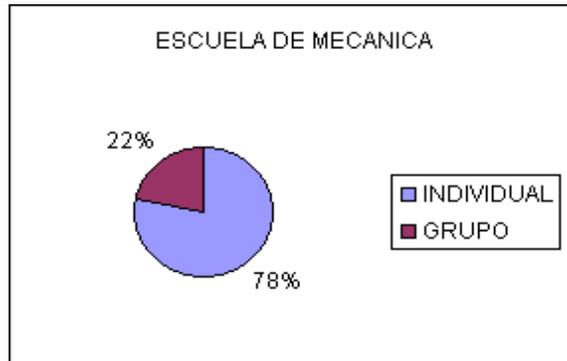
# ENCUESTADO	ESCUELA DE QUIMICA	INDIVIDUAL	GRUPO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 16	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE QUIMICA		1

ENCUESTADO 41	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 42	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 43	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 44	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 45	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 46	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 47	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 48	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 49	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 50	ESCUELA DE QUIMICA		1
ENCUESTADO 51	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 52	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 53	ESCUELA DE QUIMICA	1	
ENCUESTADO 54	ESCUELA DE QUIMICA	1	
TOTAL: 54		36	18



# ENCUESTADO	ESCUELA DE MECANICA	INDIVIDUAL	GRUPO
ENCUESTADO 1	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 2	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 3	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 4	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 5	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 6	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 7	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 8	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 9	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 10	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 11	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 12	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 13	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 14	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 15	ESCUELA DE MECANICA	1	

ENCUESTADO 16	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 17	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 18	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 19	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 20	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 21	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 22	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 23	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 24	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 25	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 26	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 27	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 28	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 29	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 30	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 31	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 32	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 33	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 34	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 35	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 36	ESCUELA DE MECANICA		1
ENCUESTADO 37	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 38	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 39	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 40	ESCUELA DE MECANICA	1	
ENCUESTADO 41	ESCUELA DE MECANICA	1	
TOTAL: 41		32	9



ESCUELA	TOTAL ENCUESTADOS	INDIVIDUAL	GRUPO
INDUSTRIAL	62	36	26
QUIMICA	54	36	18

MECANICA	41	32	9
TOTALES:	157	104	53

¿SI USTED CONTARA CON UNA HERRAMIENTA DE MULTIMEDIA EN EL TEMA DE SISTEMAS TRIFASICOS, LO REVISARIA EN FORMA INDIVIDUAL O EN GRUPO?

