

**MODULO SOPORTADO EN TIC'S: DESBALANCES DE TENSIÓN Y
VARIACIONES DE FRECUENCIA EN EL CONTEXTO COLOMBIANO DE
CALIDAD DE LA ENERGÍA**

ANDERSON EUDIEL OCHOA ACEROS

PROGRAMA DE INGENIERIA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA, DICIEMBRE, 04 /2020

**MODULO SOPORTADO EN TIC'S: DESBALANCES DE TENSION Y
VARIACIONES DE FRECUENCIA EN EL CONTEXTO COLOMBIANO DE
CALIDAD DE LA ENERGÍA**

ANDERSON OCHOA ACEROS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO ELÉCTRICO

Director: M.Sc. LUIS DAVID PABÓN

Email: davidpabon@hotmail.es

**PROGRAMA DE INGENIERIA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, DICIEMBRE, 04 /2020**

DEDICATORIA

Mis Padres ANGEL EUDIEL OCHOA GOMEZ y ANA DELIA ACEROS SOLANO por haberme apoyado y motivado en el camino para conseguir esta meta que me trace hace unos años.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi familia y mi novia ANA PEÑARANDA PEREZ por estar presente y apoyarme en esta etapa tan importante de mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION -----	11
2.	JUSTIFICACION -----	13
3.	OBJETIVOS -----	15
3.1	OBJETIVO GENERAL -----	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	15
3.3	ACOTACIONES ----- ¡Error! Marcador no definido.	
4.	MARCO TEÓRICO -----	16
4.1	HERRAMIENTA EDUCATIVA -----	16
4.1.1	Moodle ----- ¡Error! Marcador no definido.	
4.2	SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO -----	16
4.3	DESBALANCES DE TENSIÓN. -----	18
4.4	EFFECTOS EN MOTORES DE INDUCCIÓN -----	21
4.4.1	Sistema de tensión desequilibrado sobre el motor de inducción trifásico.	23
4.5	CAUSAS DEL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN -----	24
4.6.1	CÓMO CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN -----	25
4.7	VARIACIONES DE FRECUENCIA -----	26
4.7.1	Causas.	26
4.7.1	Efectos.	26
4.7.2	Metodología.	26
4.8	NORMATIVIDAD -----	27
4.8.1	NEMA.	27
4.8.2	IEEE Institute Of Electrical And Electronic Engineers.	28
4.8.3	IEC	28
5	DISEÑO METODOLÓGICOS -----	30
5.1	TIPO DE INVESTIGACION -----	30
5.2	POBLACIÓN Y MUESTRA -----	31
5.2.1	Población. -----	31
5.2.2	Muestra.	31
5.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DEDATOS -----	31
5.4	TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN -----	32

5.4.1 Fuentes Primaria.	32
5.4.2 Fuentes Secundarias.....	32
5.5 TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES -----	32
5.5.1 Cronograma y descripción de Actividades.	32
6. ESTUCTURA, tematica y herramientas DEL MODULO desbalance de tension y variacion en el contexto -----	34
6.1 ESTUCTURA DEL MODULO y fundamentacion teorica. -----	34
6.1.1 Sistemas de distribución eléctrica trifasica.	36
6.1.2 Desbalance de tensión.....	37
6.1.3 Efectos en motores de inducción.	39
6.1.4 Causas de tensión.....	40
6.1.5 Calcular el desequilibrio de tensión.....	42
6.1.6 Variación de frecuencia	43
6.1.7 Normatividad.	44
6.2 MATERIALES NECESARIOS PARA LA FUNDAMENTACIÓN TEORICA.	45
7.2.1 Sistemas de distribución eléctrica trifasica.	46
7.2.2 Desbalance de tensión.....	48
7.2.3 Efectos en motores de inducción.	49
7.2.4 Causas de tensión.....	50
7.2.5 Calcular el desequilibrio de tensión.....	51
7.2.6 Variación de frecuencia	52
7.2.7 Normatividad.	53
7.3 HERRAMIENTA AUDIVISUALES	54
7.4 VALIDAR EL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO.....	56
6 CONCLUSIONES.....	57
7 RECOMENDACIONES.....	58
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
9 ANEXOS.....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje máximo de desbalance de tensión	20
Tabla 2. Clasificación de los toques	23
Tabla 3. Efectos de aplicar un sistema de tensiones desequilibrado sobre motor de inducción	23
Tabla 4. Cronograma y descripción de Actividades	32
Tabla 6. Listado de video	54
Tabla 7. Actividad relacionada de funcionamiento	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Trifásico desequilibrado y sistema trifásico equilibrado.	17
Figura 2. Efecto de los desbalance	21
Figura 3. Efectos en motores de inducción	22
Figura 4. Aumento de la temperatura en las máquinas eléctricas en función del grado de desequilibrio.....	22
Figura 5. Los principales efectos producidos por el desbalance de tensión.....	24
Figura 6. Causas del desequilibrio de tensión.....	24
Figura 7. Estructura de modulo.....	34
Figura 8. Modulo del Sistemas distribución eléctrica trifasico.....	36
Figura 9. Actividades de recurso - Sistemas distribución eléctrica trifasico	36
Figura 10. Foro Sistemas distribución eléctrica trifasico.....	37
Figura 11. Cuestionario.....	37
Figura 12. Desbalance de tensión y variación de frecuencia	38
Figura 13. Actividad para el recurso. Desbalance de tensión y variación de frecuencia....	38
Figura 14. Efectos en motores de inducción	39
Figura 15. Actividad para el recurso. Efectos en motores de inducción.....	40
Figura 16. Causas de tensión.....	41
Figura 17. Actividad para el recurso. Causas de tensión	41
Figura 18. Calcular el desequilibrio de tensión.....	42
Figura 19. Actividad para el recurso. Calcular el desequilibrio de tensión.	42
Figura 20. Variación de frecuencia	43

Figura 21. Actividad para el recurso. Variación de frecuencia.....	43
Figura 22. Normatividad.....	44
Figura 23. Actividad para el recurso. Normatividad.....	44
Figura 24. Listado de video.....	45
Figura 25. Video -Sistemas distribución eléctrica trifasico	46
Figura 26. Power point - Sistemas distribución eléctrica trifasico	47
Figura 27. Sopa de letra	47
Figura 28. Cucigrama.....	48
Figura 29. Video - Desbalance de tensión	48
Figura 30. Power point - Desbalance de tensión.....	49
Figura 31. Video – efectos en Motores de inducción.....	49
Figura 32. Power point – Efectos en motores de inducción.....	50
Figura 33. Video – causas del desequilibrio de tensión.....	50
Figura 34. Power point – Causa del desequilibrio de tensión	51
Figura 35. Video - Calcular el desequilibrio de tensión.....	51
Figura 36. Power point – Calcular el desequilibrio de tensión	52
Figura 37. Video - variación de frecuencia.....	52
Figura 38. Power point – Variación de frecuencia.....	53
Figura 39. Video –Normatividad	53
Figura 40. Video –Normatividad	54
Figura 41. Redimensionamiento para motores sobre el desbalance según el estandar NEMA MG 1.	61
Figura 42. Actividad final	62

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Redimensionamiento para motores sobre el desbalance según el esta dar NEMA
MG 1. 61
Anexo B. Actividad final 62

1. INTRODUCCION

En la actualidad se está generando un proceso de transformaciones del sistema educativo colombiano, donde la figura central pasa a ser el estudiante. Por lo tanto, la concepción de la enseñanza debe ser comprendida y analizada por el docente desde la perspectiva que tiene este actor educativo, de tal manera que permita a éste comprender, analizar y reflexionar el presente en el cual está inmerso.

Partiendo de esta idea se debe iniciar un proceso de transformación de la praxis didáctica con la finalidad de lograr mayor entendimiento y motivación del estudiante hacia diversas áreas del saber.

Para tal fin, se deben planificar actividades significativas que se conviertan en aprendizajes que despierten el interés de los estudiantes, de manera que encuentren sentido y gusto a la experiencia de aprender y participar activamente en las sesiones de clases, tal como la plataforma de Moodle con lo que se busca el dominio de los contenidos de forma cognoscitiva, procedimental y latitudinal.

Es así que es de gran importancia los estándares básicos de competencias, que dirigen los componentes del conocimiento, habilidades, actitudes y valores direccionando en la obtención de objetivos concretos, en donde se debe evaluar la exploración de ideas del Módulo soportado en TIC'S: desbalances de tensión y variaciones de frecuencia en el contexto Colombiano de calidad de la energía, con el interés de despertar la curiosidad y el amor al suministro eléctrico.

Es porque la educación en Colombia representa uno de los pilares fundamentales de la sociedad frente a los numerosos desafíos del porvenir; es entonces que el aprendizaje constituye un instrumento indispensable para el desarrollo intelectual y cognitivo del ser humano. Por tal razón la educación debe ser sensible a los cambios tecnológicos, a los sistemas de información y al acceso del conocimiento, a las formas de desarrollo científico e innovación, a los nuevos significados de la cultura que pueda lograr un desarrollo económico equilibrado para reducir la pobreza, las desigualdades y la falta de cohesión social.

2. JUSTIFICACION

La Universidad de Pamplona está en la búsqueda del bien común de los estudiantes en los procesos académicos y es vital que, en la búsqueda de la calidad, los docentes se comprometan a solucionar y orientar en forma dinámica y estratégica a los estudiantes de la Universidad de Pamplona, Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Es por tal razón que los avances tecnológicos que existen en la actualidad brindan a los profesores y estudiantes herramientas para aprender de formas distintas a las tradicionales. Es por esto que los estudiantes de la Universidad de Pamplona, en el programa de ingeniería eléctrica, no tienen espacio para que apoyen sus conocimientos en los diferentes métodos de enseñanza. Los educadores buscan métodos y herramientas a través de planes de enseñanza especiales, de modo que los estudiantes de disciplinas aplicadas puedan estar expuestos a tareas informáticas y soluciones escritas de tareas.

La sociedad actual se mueve, como nunca antes había ocurrido, alrededor de la tecnología. La sociedad por tanto se ve altamente influenciada por las nuevas tecnologías emergentes, existiendo una relación estrecha entre sociedad y la tecnología. (Trejos y Fallas 2013). De esta forma las nuevas y mejores tecnologías facilitan el proceso de enseñanza por parte de los docentes y a la vez generan un ambiente más interactivo y significativo de aprendizaje en los estudiantes. Por tal razón este proceso educativo, forma parte fundamental las tecnologías de información y la comunicación (TIC), poniendo al servicio de los docentes y estudiantes nuevas estrategias para el mejoramiento de los procesos enseñanza, aprendizaje y evaluación. Es así que la educación virtual posibilita una interacción entre los actores del proceso educativo más allá de limitaciones como la distancia o el tiempo, permitiendo un

aprendizaje autorregulado y ofreciendo espacios para el trabajo colaborativo y cooperativo, y la reflexión conjunta sobre tópicos de interés que involucren la participación activa de estudiantes y docentes, aunque físicamente se encuentren distantes. Anaguano (2008).

El rol que desempeña el docente en el sistema educativo actual exige de él la capacidad para orientar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, en la adquisición de estructuras conceptuales y el desarrollo de destrezas y habilidades de pensamiento para procesar la información y comunicarla. Dentro de la dinámica de las TIC`S asociada a la educación, no se puede desconocer, el papel protagónico que representan los objetos de aprendizaje, en la búsqueda de elevar y mantener el interés por la ciencia y la tecnología de los estudiantes.

Por tal razón el Ministerio de Educación Nacional, define un objeto de aprendizaje como "Un conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Es por eso que se debe lograr una formación integral en donde los estudiantes de la facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Pamplona aprendan a través del software los diferentes contenidos programáticos de la asignatura porque los jóvenes son el futuro de un país y en nuestra sociedad exige una educación de calidad,

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un módulo soportado en TIC'S para desbalances de tensión y variaciones de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estructurar el contenido del módulo.
- Desarrollar los materiales necesarios para la fundamentación teórica de las temáticas a tratar en el módulo.
- Desarrollar la temática y las herramientas audiovisuales necesarias para el uso de las TIC's.
- Validar el funcionamiento del módulo

3.3 ACOTACIONES

- Se utilizarán herramientas virtuales para el desarrollo del módulo.
- Se precisa la verificación de módulos u otros sistemas para el diseño o desarrollo de medios virtuales.
- El contenido del proyecto se centrará en la comunidad estudiantil de la Universidad de Pamplona, Facultad de Ingeniería Eléctrica.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 HERRAMIENTA EDUCATIVA

La herramienta educativa es un material educativo diseñado para orientar paso a paso el proceso de aprendizaje del estudiante. En donde la herramienta que sirve para edificar una relación entre el profesor y los alumnos (Collage, 2010, p. 3).

Es así que se debe afirmar que la herramienta educativa es “una comunicación intencional del profesor con el alumno sobre los pormenores del estudio de la asignatura y del texto base.

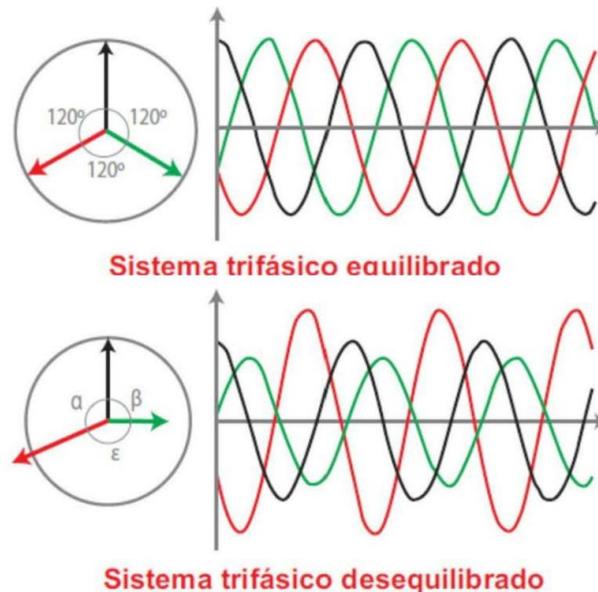
4.1.1 Moodle

El Moodle es de acceso libre y gratuito, es una herramienta estable y confianza fácil de manejar y de gestionar; además es de tecnología PHP y base de datos MySQL y es un sistema web dinámico de diseñado para crear entornos de enseñanza virtual y gestionar espacios de aprendizaje para las necesidades del docente y estudiante.

4.2 SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO

En donde el sistema de distribución eléctrica trifásico en el que una de las ramas suministra energía a un equipo monofásico mientras que el sistema suministra energía de cargas trifásicas (Flechas, 2008, p. 35).

Figura 1. Sistema Trifásico desequilibrado y sistema trifásico equilibrado.



Fuente: Flechas Jairo, Seminario de Armónicos en Sistema Eléctricos, Kede Consulting, Quito, 2008

4.2.1 Sistema trifásico de tensiones.

El sistema trifásico de tensión se encuentra desbalanceados cuando no cumple una o ambas condiciones entre esas son las magnitudes de tensión o de fase o líneas diferentes de algunos de los fasores de estas tensiones en las diferentes condiciones balanceadas. El desbalance en el voltaje se define como la máxima desviación del promedio del voltaje o de las corrientes trifásica, dividida en el promedio de sus voltajes o de las corrientes trifásicas y expresado en por ciento. (Sánchez, 2009, p.3). En donde se puede definir el desbalance de manera rigurosa en función de componentes simétricas. Es así que el componente de secuencia positiva es usado para desbalance en porcentajes dentro de los estándares más recientes debe usarse en el desbalance de secuencia negativa (Quispe, 2006, p. 29).

Pero de acuerdo a las variaciones de la frecuencia de potencia como la desviación de la frecuencia fundamental del sistema de potencia de su valor nominal especificado 50 Hz o 60 Hz dependiendo del país (Quispe, 2006, p. 29).

En sistemas eléctricos de corriente alterna, vienen producidas por una alteración del equilibrio entre la carga (consumo de los receptores de la instalación) y la generación. Este desequilibrio se puede producir cuando la carga es superior a la generación (disminución de la frecuencia) o cuando la carga es inferior a la generación (aumento de la frecuencia).

Los equipos informáticos suelen ser tolerantes, y generalmente no se ven afectados por corrimientos menores en la frecuencia del generador local. Lo que se vería afectado sería cualquier dispositivo con motor o dispositivo sensible que dependa del ciclado regular estable de la alimentación a lo largo del tiempo. Las variaciones de frecuencia pueden lograr que un motor funcione más rápido o más lento para equiparar la frecuencia de la alimentación de entrada. Esto haría que el motor funcionara ineficazmente y/o provocaría más calor y degradación del motor a través de una mayor velocidad del motor y/o un consumo adicional de corriente (IEEE, 1995, p. 35).

4.3 DESBALANCES DE TENSIÓN.

El desbalance de tensión sucede cuando sus tensiones suministradas no son iguales, pero este problema es causado por el suministrado eléctrico externo, la fuente común del desbalance de tensión es interno, y causado por cargas en la instalación. Con el desbalance de tensión nos referimos a un sistema trifásico el cual en su magnitud por fase o en los ángulos entre fases puede haber una diferencia, una variación y que no todos sea iguales o contantes esto representar problemas para el sistema (IEEE, 1995, p. 35).

Para saber con la siguiente formula

$$IF_v = \text{factor de desviacion}$$

$$IF_v = \frac{\text{desviacion maxima del voltaje promedio}}{\text{voltaje promedio}} * 100$$

Los rangos permisibles oscilan entre

$$\text{valores permisibles} = 0,2 \% \text{ entre } 0,5\%$$

Además, los desbalances de tensión en sistemas trifásicos generan asimetría en la inferencia de la línea. En donde la frecuencia fundamental del sistema de potencia nominal es 60hz en Suramérica y Europa 50 Hz (Flechas, 2008, p.38).

Desbalance de tensión – causa. El desbalance de tensión tiene dos principales causas: La asimetría de la impedancia de línea y desbalances de carga. Las principales fuentes de desbalance de tensión son: Cargas monofásicas no balanceadas sobre sistemas trifásicos. Anomalías en los bancos de condensadores, tales como quema de fusibles sobre una fase del banco trifásico. (Flechas, 2008, p.38).

Desbalance – valores de referencia. Los valores de referencia del desbalance, de acuerdo al nivel de tensión.

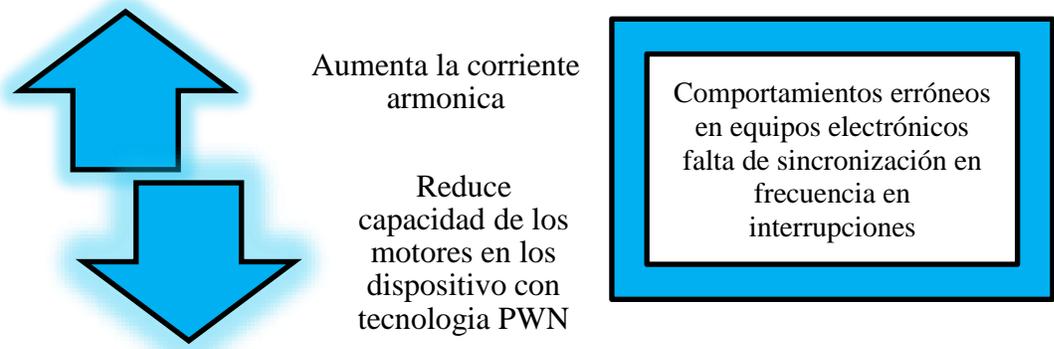
Tabla 1. Porcentaje máximo de desbalance de tensión

Rango de tensión	Valor de referencia
$V_n < 69 \text{ KV}$	2,0 %
$V_n \geq 69 \text{ KV}$	1,5%

4.3.1 Efectos y consecuencias del desbalance de tensión. El motor de inducción es alimentado por un sistema de tensiones trifásico desequilibrado por un largo periodo de tiempo se producen en su funcionamiento efectos anormales sobre la corriente, el calentamiento, la potencia y la velocidad, respecto a su operación bajo un sistema de tensiones equilibrado (Quispe, 2006, p. 29). En donde se recomienda limitar el desequilibrio a un máximo de 1% según la norma NEMA MG -1. Cuando se encuentra en la fase desequilibrio de tensión se debe hacer una disminución de potencia por el eje maquina a esto se le denomina Derating; si no se realiza lo anterior si no se encuentra permanente en esa fase desequilibrio se dañará el motor irremediamente. De acuerdo a la normatividad sobre los desbalances de tensión establecida por los estándares NEMA MG1, se debe mantener los límites para no generar deterioro en la vida útil del motor.

Desbalance de tensión – efectos. Reducción de capacidad carga en motores. Reducción de vida útil del aislamiento en motores por sobrecalentamiento. En Rectificadores con tecnología PWM se aumenta la distorsión de corriente armónica, incrementan los reactivos de la carga y se generan rizados de corriente en la etapa de continua (Quispe, 2006, p. 29).

Figura 2. Efecto del desbalance



4.3.2 Causas. El desbalance en lo que se genere lo que se consume genera ciertos inestabilidad es la de frecuencia además fallas en el sistema de potencia puede causar grandes desbalances

Desbalance – metodología de evaluación. El periodo de medida debe ser una semana. Para circuitos urbanos, el 99% de los valores de desbalance de tensión dentro de los valores de referencia. Para circuitos Rurales, el 95% de los valores de desbalance de tensión evaluados en un periodo de agregación de 10 min deben estar dentro de los rangos o valores de referencia.

4.4 EFECTOS EN MOTORES DE INDUCCIÓN

Para que no sufran daños de aislamiento se debe disminuir la eficiencia y la reducción de carga nominal del motor que es causado por los desequilibrios de tensión que genera el calor adicional en los devanados de motores de inducción (Quispe, 2006, p. 29).

Figura 3. Efectos en motores de inducción

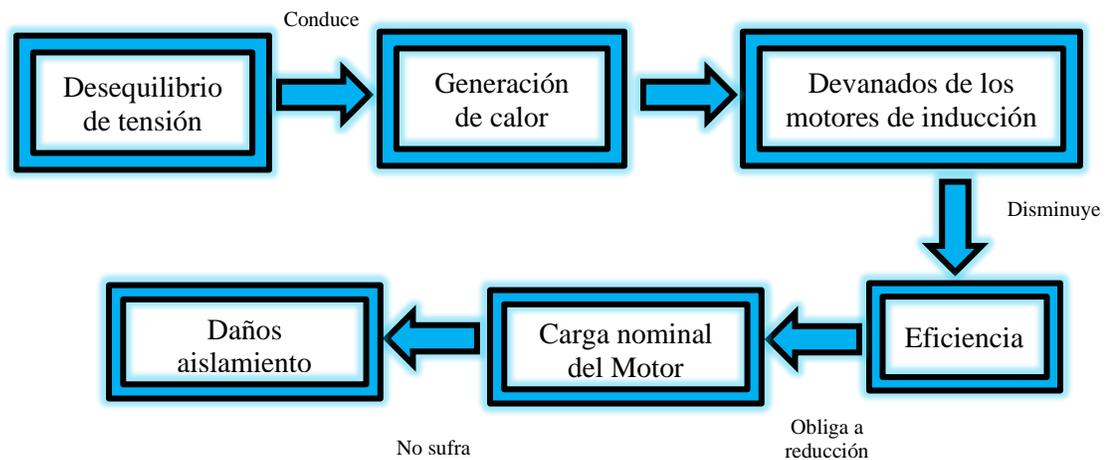
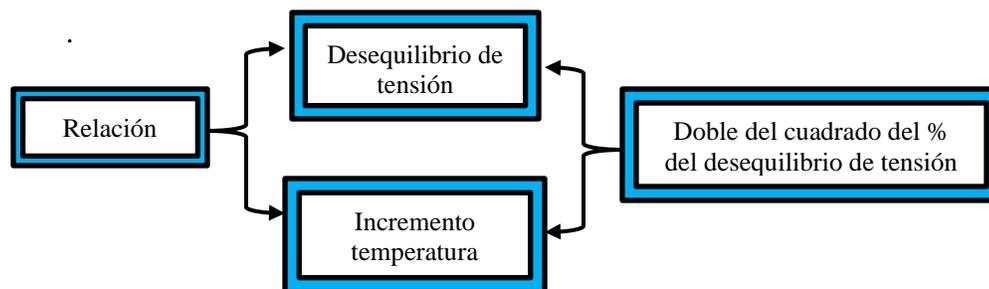


Figura 4. Aumento de la temperatura en las máquinas eléctricas en función del grado de desequilibrio



El cero que es el desequilibrio de tensión provoca efectos perjudiciales al rendimiento de equipo eléctricos a causa de los componentes de secuencia negativa en el motor de inducción trifásico. Es así que el conjunto de tensiones trifásicas desequilibradas aplicadas a un motor, será como tener tres máquinas similares unidas por el eje y cada una alimentada con un conjunto simétrico de tensiones (Hurtado, 2017, p. 39).

Así, la máquina con tensiones de secuencia positiva girará en sentido positivo, la máquina con tensiones de secuencia negativa tenderá a girar en sentido contrario, mientras que la máquina con tensiones de secuencia cero, sólo producirá flujos unipolares y producirá torques con velocidades sincrónicas de un tercio de las del sistema (Flecha, 2008, p.79).

Tabla 2. Clasificación de los toques

Torque	Consecuencia	Causa
Secuencia (-) signo contrario a la secuencia (+).	Maquina debe frenarse	Calentamiento adicional de motores
Torque monopolar	Produce oscilaciones del torque sectores de la curva torque – velocidad	Deformara y problemas de arranque y marcha

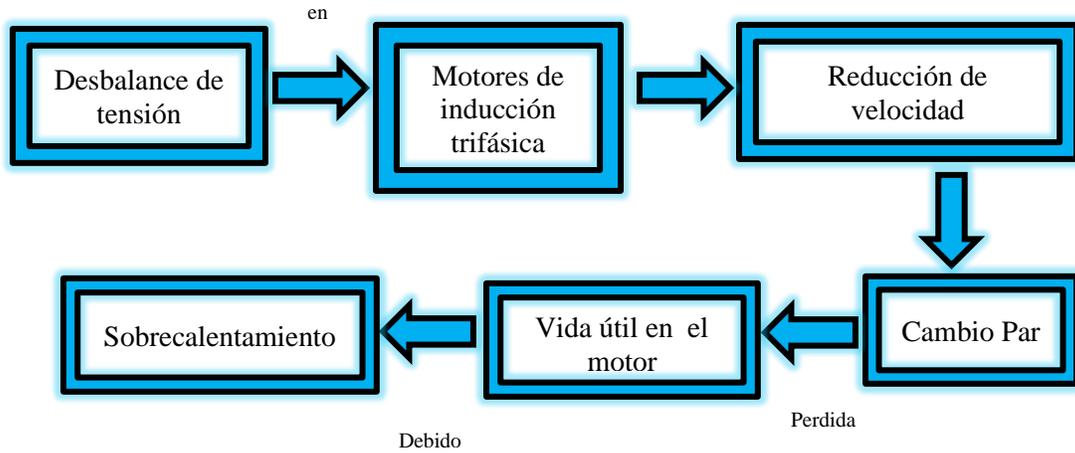
4.4.1 Sistema de tensión desequilibrado sobre el motor de inducción trifásico.

En la tabla 3, se muestra los efectos de aplicar un sistema de tensiones desequilibrado sobre el motor de inducción.

Tabla 3. Efectos de aplicar un sistema de tensiones desequilibrado sobre motor de inducción

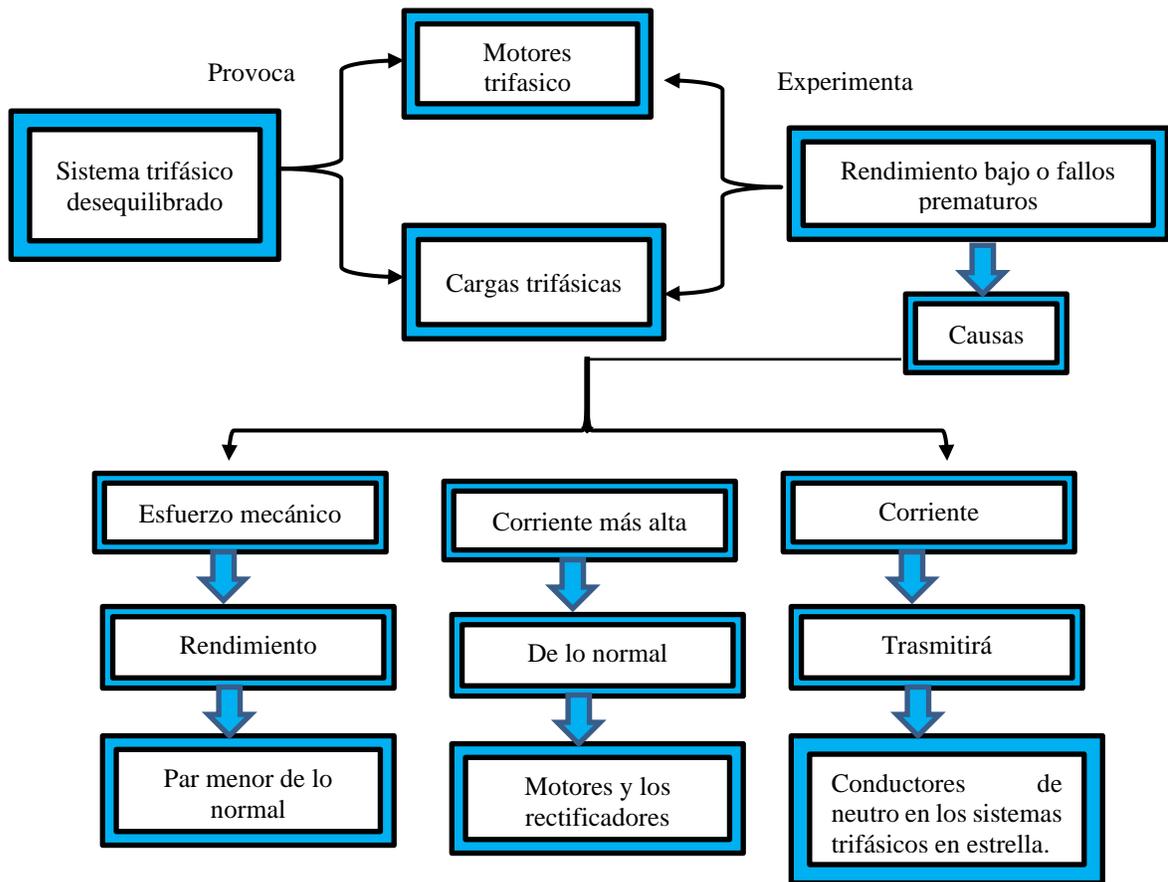
Efectos	Lugar	Descripción
Corrientes desequilibradas en los bobinados	Bobinado	Aumenta considerablemente en la corriente en condiciones de tensión equilibrada.
Elevación de temperatura	Devanado del estator	Mayor en operación de tensiones equilibradas debido al incremento de las pérdidas producidas por las componentes de secuencia negativa de las corrientes y voltajes.
Potencia permisible	Motor	Menor que la potencia nominal para reducir la posibilidad de daño del motor.
Disminución	Torque	Componente de secuencia negativa crea un torque tipo freno en el motor.
Reducción velocidad	Plena cara	Deslizamiento mayor está asociado con el incremento de pérdidas en el rotor
Vibraciones	Frecuencia	Igual al doble de la frecuencia nominal

Figura 5. Los principales efectos producidos por el desbalance de tensión



4.5 CAUSAS DEL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN

Figura 6. Causas del desequilibrio de tensión



El desequilibrio de tensión en los terminales de motores causa un gran desequilibrio de la corriente que puede ser de entre seis y diez veces el desequilibrio de la tensión. Las corrientes desequilibradas generan pulsaciones de la torsión, un aumento de la vibración y del estrés mecánico, así como aumento de las pérdidas y un sobrecalentamiento del motor. Los desequilibrios de tensión y corriente también podrían indicar problemas de mantenimiento tales como conexiones sueltas y contactos desgastados (Donolo, 2016, p. 85).

Los desequilibrios pueden producirse en cualquier momento en todo el sistema de distribución. Las cargas deben dividirse de manera equivalente en todas las fases de un tablero. Si una es demasiado pesada en comparación con las otras, la tensión será más baja en esa fase. Los transformadores y los motores trifásicos alimentados por ese panel pueden calentarse, ser más ruidosos de lo habitual, vibrar excesivamente e incluso sufrir fallos prematuros.

4.6.1 CÓMO CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN

4.6.1 Desequilibrio de tensión es simple. El resultado es el porcentaje de desequilibrio y puede utilizarse para determinar los siguientes pasos a seguir para la resolución de problemas en el motor. El cálculo consta de tres pasos:

- Determinar el promedio de tensión
- Calcular la mayor desviación de tensión
- Dividir la desviación máxima por el promedio de tensión y multiplicar por un

desequilibrio del 100% (Hurtado, 2017, p. 35)

4.7 VARIACIONES DE FRECUENCIA

4.7.1 Causas.

Mantener la frecuencia del sistema del balance entre la carga y la potencia producida por las estaciones de generación. A medida que este balance cambia sobre el tiempo, vemos pequeñas variaciones de frecuencia cuya magnitud y duración depende de las características de la carga y la respuesta de los generadores. Adicionalmente, el sistema puede estar sujeto a variaciones más grandes como consecuencia de cortocircuitos, o cambio de carga o generación causando variaciones de frecuencia temporales cuya magnitud y duración depende de la severidad de la perturbación.

4.7.1 Efectos. Entre son los siguientes:

- Errores de sincronización de frecuencia, en usuarios que tienen cargas de grandes rectificadores.
- Comportamientos erróneos en equipos eléctricos.
- Interrupción del servicio y variaciones de tensión por deslastre de carga.

4.7.2 Metodología.

Los valores de frecuencia tomados cada 10 min se agruparán para un periodo de una semana, de tal forma que el 95 % y el 100% de estos, se encuentra de los rangos permisibles en la tabla, respectivamente.

Tabla 4. Valores de referencia de variaciones de frecuencia

Tipo de red	Frecuencia aceptable durante el 95% de una semana	Frecuencia aceptable durante el 100% de una semana
Redes acopladas por enlaces síncronos a un sistema interconectado.	Desde 59.8 Hz hasta 60,2 Hz	Desde 57.5 Hz hasta 63 Hz
Redes sin conexión síncrona a un sistema interconectado (redes de distribución en regiones no interconectadas e islas)	Desde 58.8 Hz hasta 61,2 Hz	Desde 51 Hz hasta 69 Hz

4.8 NORMATIVIDAD

4.8.1 NEMA.

El desbalance de tensión se puede calcular mediante un índice conocido como “Line Voltage Unbalance Rate (LVUR)”, que es la máxima desviación del voltaje de línea con respecto al valor de línea promedio, dividido entre el voltaje de línea promedio.

$$\%LVUR = \frac{\text{desviacion max}(V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}) * 100}{\text{promedio de } (V_{ab}, V_{bc}, V_{ca})}$$

Donde:

$$\text{promedio de } (V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}) = \frac{V_{ab} + V_{bc} + V_{ca}}{3}$$

NEMA asume que la tensión promedio es igual a la tensión nominal y además solo trabaja con magnitudes pues los ángulos de la tensión no son incluidos en la ecuación. (Sánchez, 2009, p.39).

4.8.2 IEEE Institute Of Electrical And Electronic Engineers.

La norma IEEE, el desbalance de voltaje es la razón entre la componente de secuencia negativa o cero con la componente positiva. El desbalance puede ser estimado como la máxima desviación entre las tres fases del promedio de voltaje o corrientes trifásicas, dividido por el promedio del voltaje o corriente trifásico, expresado en porcentaje. Este cálculo será definido (IEEE, 1995, p. 68).:

$$\%LVRU = \frac{\text{desviacion max}(V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}) * 100}{\text{promedio de } (V_{ab}, V_{bc}, V_{ca})}$$

Donde:

$$\text{promedio de } (V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}) = \frac{V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}}{3}$$

V_a, V_b, V_c son las tensiones fase-neutro del sistema que alimenta el motor (IEEE, 1995, p. 78).

Tabla 5. Diferencia entre IEEE – NEMA

Normas	Definición	Diferencia
IEEE	Desbalance de tensión	Usa tensión de fase – neutro
NEMA		Usa tensión de línea – línea

Pero, además, se pierde la información del ángulo de la tensión pues solo se consideran las magnitudes de la tensión.

4.8.3 IEC

Desbalance de tensión dada por la IEC o por componentes simétricas, es también conocida como “Voltage Unbalance Factor (VUF)” está dada por la siguiente ecuación:

$$\%VRU = \frac{V_2(\text{componente de tensiòn de secuencia negativa}) * 100}{V_1(\text{componente de tensiòn de secuencia negativa})}$$

Los compontes de tensión como es la secuencia positiva V_1 y la secuencia negativa V_2 , en donde el conjunto desbalanceado de tensión de línea es V_{ab} , V_{bc} , V_{ca}

En donde está dado por los fasores porque se toma en cuenta el ángulo de desfase de la tensión y está dado por la siguiente ecuación:

$$V_1 = \frac{V_{ab} + (a * V_{bc}) + (a^2 * V_{ca})}{3}$$

$$V_2 = \frac{V_{ab} + (a^2 * V_{ca}) + (a * V_{bc})}{3}$$

Donde:

$$a = -0.5 + j0.866$$

$$a^2 = -0.5 - j0.866$$

5 DISEÑO METODOLÓGICOS

El presente capítulo contiene la metodología que fue considerada con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados y descritos anteriormente, todo ello con el propósito de diseñar un módulo soportado en TIC'S para desbalances de tensión y variaciones de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía.

En este orden de ideas, se describen los elementos metodológicos que se utilizaron durante el desarrollo de este estudio. Esto comprende la definición del tipo de investigación, así como su diseño y métodos de la misma, también definen la población y la muestra a estudiar en esta investigación, mencionando el método a emplear para la recolección de datos.

5.1 TIPO DE INVESTIGACION

Esta investigación es de tipo descriptivo cuyo propósito es el de interpretar realidades de hecho, incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. Señala que el nivel de investigación descriptivo consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento; mide de forma independiente las variables ((Hernández, 2014, p. 378).

Además de tener un nivel descriptivo también encaja dentro de lo explicativo, donde su objetivo fue el de encontrar las relaciones causa efecto de ciertos hechos con el objeto de conocerlos con mayor profundidad. En la investigación se aplicará los métodos científicos de análisis y síntesis.

Pero, además, es una investigación aplicada parte por lo general, aunque no siempre del conocimiento generado por la investigación básica, tanto para identificar problemas sobre los que se debe intervenir como para definir las estrategias de solución. (Hernández, 2014, pág., 387).

También en esta investigación, se diseña un módulo soportado en TIC'S para desbalances de tensión y variaciones de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía, en donde permitirá que los estudiantes utilicen herramientas audiovisuales. Finalmente, se presentan las conclusiones sobre la investigación aplicada vista como un proceso investigativo científico, serio y riguroso, y como una forma necesaria y óptima para conocer las realidades desde la evidencia misma.

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

5.2.1 Población.

Los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Pamplona

5.2.2 Muestra.

Los estudiantes de Noveno semestre de ingeniería eléctrica de la Universidad de Pamplona, de la materia Suministro Eléctrico.

5.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Estas técnicas representan la gran solución a la necesidad de poder realizar las mediciones de la influencia que tienen las diferentes variables en el objeto de estudio de manera directa, con la finalidad de poder conocer todos los aspectos necesarios que nos

permitan lograr los objetivos planteados en la investigación, esta es una de las decisiones más importantes de todo estudio, ya que de ella depende la correcta obtención de los datos que posteriormente van a ser utilizados en los análisis respectivos.

5.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

5.4.1 Fuentes Primaria.

Es la información del contenido programático y la especificación del docente de la materia.

5.4.2 Fuentes Secundarias.

Se consultarán informes y tesis realizado en la Universidad de Pamplona y otro medio web.

5.5 TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

5.5.1 Cronograma y descripción de Actividades.

Tabla 4. Cronograma y descripción de Actividades

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Me s 4
Comprobación de los criterios establecidos en el estándar IEEE con respecto al desbalance de tensión y variación de frecuencia.	■			
Determinación de la herramienta virtual en la que se realizará el módulo.	■	■		
Caracterización de la estructura del módulo.		■	■	
Identificación de los criterios del estándar IEEE que se incorporaran en el módulo.			■	

Continuación tabla 4. Cronograma y descripción de Actividades

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Me s 4
Integración del contenido teórico en el módulo.		■		
Acondicionamiento de aspectos didácticos y pedagógicos que deberá contener el módulo.		■		
Armonización de los aspectos de diseño visual y accesibilidad que se aplicaran en el módulo.			■	
Programación de los aspectos de diseño, navegación y accesibilidad del módulo.			■	
Solidificación de los aspectos teóricos, visuales, didácticos, pedagógicos, de navegación y accesibilidad en el módulo.				■
Ejecución de pruebas al funcionamiento del módulo.				■
Realización de ajustes.				■

6. ESTUCTURA, TEMATICA Y HERRAMIENTAS DEL MODULO DESBALANCE DE TENSION Y VARIACION EN EL CONTEXTO

En este capítulo se puede observar la estructura del módulo, el desarrollo de los materiales, el desarrollo de su temática y las herramientas audiovisuales necesarias para el uso de las TIC'S y validar el funcionamiento.

6.1 ESTUCTURA DEL MODULO Y FUNDAMENTACION TEORICA.

En la herramienta de Moodle se diseñó el curso titulado desbalances de tensión y variaciones de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía utilizando la TIC'S, en donde su estructura de este módulo contiene los siguientes siete temas: Sistemas de distribución eléctrica trifásica, desbalance de tensión, efectos en motores de inducción, causas del desequilibrio de tensión, calcular el desequilibrio de tensión, variaciones de frecuencia y normatividad, y actividad final como se observa en la siguiente figura.

Figura 7. Estructura de modulo

Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía

Área personal / Mis cursos / Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía / ACTIVIDAD FINAL

General

- SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO
- DESBALANCES DE TENSION
- EFECTOS EN MOTORES DE INDUCCION
- CAUSAS DEL DESEQUILIBRIO DE TENSION
- CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSION
- VARIACIONES DE FRECUENCIA
- NORMATIVIDAD
- ACTIVIDAD FINAL

ACTIVIDAD FINAL

1. De acuerdo al gestor final se debe realizar una actividad que sera entregada al final del curso. Estará abierta Durante todo el curso.

Actividad final

Añadir una actividad o un recurs

NORMATIVIDAD

Utilidades de edición de pestañas

6.1.1 Sistemas de distribución eléctrica trifásica.

Se encuentra un video y la descripción correspondiente al tema relacionado. Ver figura 8.

Figura 8. Modulo del Sistemas distribución eléctrica trifasico

SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO

EL DESBALANCE EN EL VOLTAJE

La máxima desviación del promedio de los voltajes o de las corrientes trifásica, dividida en el promedio de sus voltajes o de las corrientes trifásicas y expresado en por ciento.

Figura 1. Sistema Trifásico desequilibrado y sistema trifásico equilibrado

Sistema trifásico equilibrado

Sistema trifásico desequilibrado

Actividad para el recurso. Además, en él se establece actividad entre ellas tenemos: Asistencia, el foro y el cuestionario. Ver figura 9.

Figura 9. Actividades de recurso - Sistemas distribución eléctrica trifásico

Asistencia

Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%

SISTEMA DISTRIBUCION ELECTRICA TRIFASICO

El valor es del 3 % de la calificación total del modulo. En donde se debe observar el video, y realice un análisis en un párrafo y compártelo con su compañeros.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFASICO

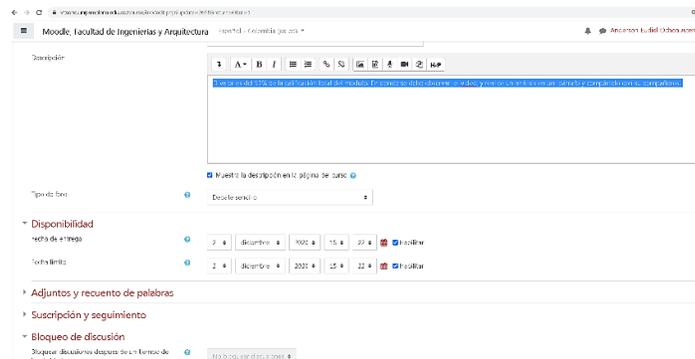
Actividad del sistema distribucion electrica trifasico

Actividad foro

Asistencia. El módulo de actividad de asistencia permite a un profesor tomar asistencia en clase y a los estudiantes ver su propio registro de asistencia. Y además, cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%

Foro. El valor es del 3% de la calificación total del módulo. En donde se debe observar el video, y realice un análisis en un párrafo y compartirlo con sus compañeros. Y además se establece fecha de inicio y fecha final.

Figura 10. Foro Sistemas distribución eléctrica trifásico



Cuestionario. Se establece tres preguntas que puede salir en desorden como es la sopa de letra, el crucigrama y las frases de completar. Además, para realizar este cuestionario solamente se le permita una sola vez y existente restricción en él. Ver figura 11.

6.1.2 Desbalance de tensión.

Se encuentra un video y la descripción correspondiente al tema relacionado con sus respectivas ecuaciones, tablas, figura. Ver figura 11.

Figura 11. Cuestionario

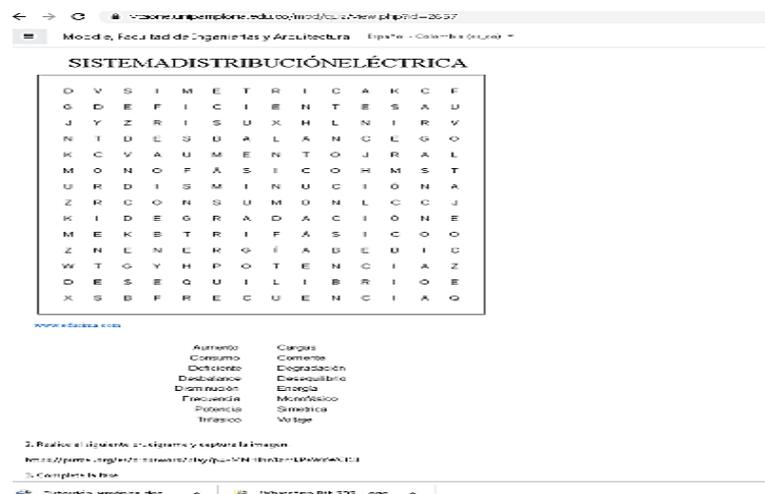


Figura 12. Desbalance de tensión y variación de frecuencia

Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía

Área personal / Mis cursos / Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía / DESBALANCES DE TENSIÓN

General SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO DESBALANCES DE TENSIÓN EFECTOS EN MOTORES DE INDUCCIÓN CAUSAS DEL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN VARIACIONES DE FRECUENCIA

NORMATIVIDAD +

DESBALANCES DE TENSIÓN

Editar

VALORES DE REFERENCIA	
Rango de tensión	Valor de referencia
V _n < 69 KV	2,0 %
V _n ≥ 69 KV	1,5%

El desbalance de tensión sucede cuando sus tensiones suministradas no son iguales, pero este problemas es causado por el suministrado eléctrico externo. La fuente común del desbalance de tensión es interno, y causada por cargas en la instalación. El desbalance de tensión nos referimos a un sistema trifásico el cual es su magnitud por fase o en los ángulos entre fases puede haber una diferencia, una variación y que no todos sea iguales o contantes esto representar problemas para el sistema (IEEE, 1995, p. 35).

Para saber con la siguiente formula

$$IF_v = \text{factor de desviacion}$$

Actividad para el recurso. Entre ellas tenemos: Foro, cuestionario, asistencia y un acceso a URL. Ver figura 13.

Figura 13. Actividad para el recurso. Desbalance de tensión y variación de frecuencia

- + CUESTIONARIO A DESBALANCES DE TENSIÓN Editar
- + Desbalances de tension Editar

El valor es del 5% de la calificación total del módulo. En donde se debe observar y realizar el artículo con el tema cuales son los efectos, causas y valores desbalances de tensión y debe compartir el artículos para que sus compañeros y le realice las preguntas correspondiente como mínimo dos y máximos cinco. Y además se establece fecha de inicio y fecha final.
- + Desbalances de tension Editar

Realice un mapa conceptual del desbalances de tension

Realice un artículo sobre el desbalances de tension
- + Asistencia Editar

Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%
- + Artículo de desbalance de tension Editar

De acuerdo a la siguiente link: https://unec.edu.pe/documentos/organizacion/rn/cd/dtra/Informes_Finales_Investigacion/Agosto_2011/MURLLO%20MANRIQUE_FIEE/Desequilibrios%20de%20tensiones.pdf realice un artículo no mayor de 5 hojas. Esta actividad tiene un valor del 5% del total de la calificación.

+ Añadir una actividad o un recurso

SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO Utilidades de edición de pestañas

EFECTOS EN MOTORES DE INDUCCIÓN

Asistencia. Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%

Recurso URL. Permite al docente en utilizar documentos en internet para que los estudiantes se instruyan y realicen un artículo no mayor a cinco hojas y calificación es del 5% del total del módulo.

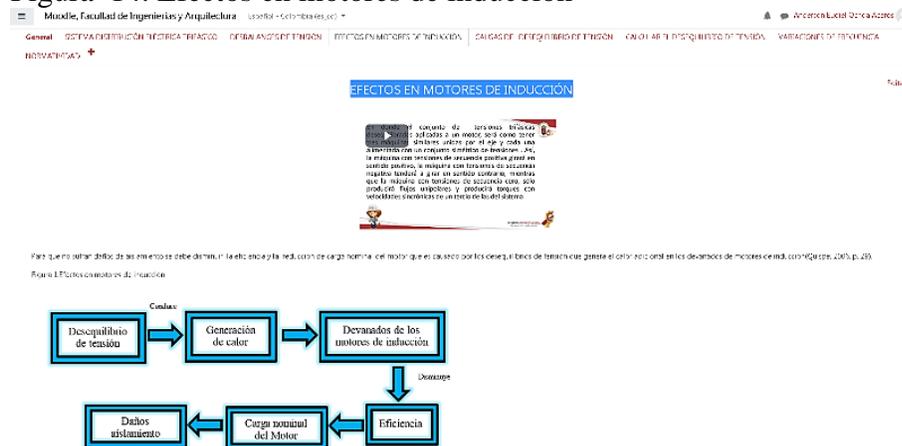
Foro. El valor es del 5% de la calificación total del módulo. En donde se debe observar y realizar el artículo con el tema cuales son los efectos, causas y valores de desbalances de tensión y debe compartir el artículo para que sus compañeros le realicen las preguntas correspondientes como mínimo dos y máximos cinco. Y además se establece fecha de inicio y fecha final.

Cuestionario. Se establece dos preguntas que puede salir en desorden como en realizar un mapa conceptual desbalance de tensión y un artículo con las observaciones basadas por los estudiantes. Además, para realizar este cuestionario solamente se le permita una sola y existen restricciones en él y máximo es de un día.

6.1.3 Efectos en motores de inducción.

Se encuentra un video, descripción, su respectivo diagrama y tabla relacionado con el tema. Ver figura 14.

Figura 14. Efectos en motores de inducción



Actividad para el recurso. Entre ellas tenemos: Asistencia, taller y glosario. Ver figura 15.

Figura 15. Actividad para el recurso. Efectos en motores de inducción



Asistencia. Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7% . En el tema de efectos en motores de inducción

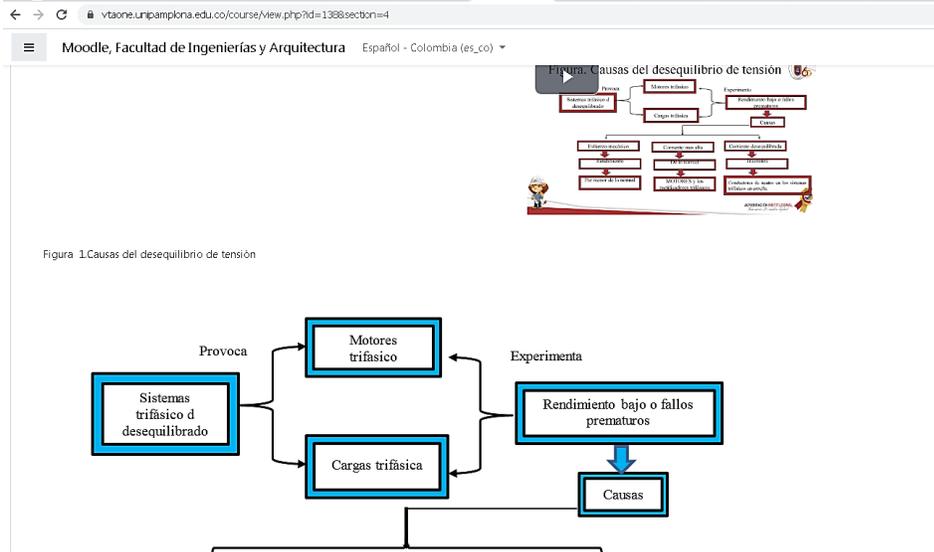
Taller. Este taller consta de tres preguntas y cada punto vale al 1% de la nota final es decir tiene un valor del 3%.

Glosario. Permite que el estudiante crear un glosario de términos. Esta actividad tiene un valor del 2% de la calificación total, en donde el estudiante debe realizar como mínimo la definición de 20 términos y máximo 50 términos para su glosario. Además, se establece límite de entrada.

6.1.4 Causas del desbalance de tensión

Se encuentra un video, el diagrama respectivo de la causas y su descripción. Ver figura 16.

Figura 16. Causas del desbalance de tensión



Actividad para el recurso. Entre ellas tenemos: Asistencia, taller y glosario. Ver figura 17.

Figura 17. Actividad para el recurso. Causas de tensión

The screenshot shows two activity items in a Moodle course. The first is 'Asistencia' (Assistance) with a value of 1% and a description: 'Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%. En el tema de efectos en motores de inducción' (Each class topic has a value of 1% of its total attendance, meaning the total of all topics is 7%. In the topic of effects in induction motors). The second is 'Glosario desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía' (Glossary of unbalanced voltage and frequency variation in the Colombian context of energy quality) with a value of 2% and a description: 'Modulo. Permite que el estudiante crear un glosario de términos. Esta actividad tiene un valor del 2% de la calificación total, en donde el estudiante debe realizar como mínimo la definición de 20 términos y máximo 50 términos para su glosario.' (Module. Allows the student to create a glossary of terms. This activity has a value of 2% of the total grade, where the student must define at least 20 terms and a maximum of 50 terms for their glossary).

Asistencia. Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%. En el tema de efectos en motores de inducción

Glosario. Permite que el estudiante crear un glosario de términos. Esta actividad tiene un valor del 2% de la calificación total, en donde el estudiante debe realizar como mínimo la definición de 20 términos y máximo 50 términos para su glosario. Además, se establece límite de entrada.

6.1.5 Calcular el desequilibrio de tensión

Se encuentra un video y su descripción. Ver figura 19.

Figura 18. Calcular el desequilibrio de tensión

Moodle, Facultad de Ingenierías y Arquitectura Español - Colombia (es_co)

CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSION

ANDERSON OCHOA ACEROS ESTUDIANTE

Desequilibrio de tensión es simple

El resultado es el porcentaje de desequilibrio y puede utilizarse para determinar los siguientes pasos a seguir para la resolución de problemas en el motor. El cálculo consta de tres pasos:

- Determinar el promedio de tensión
- Calcular la mayor desviación de tensión
- Dividir la desviación máxima por el promedio de tensión y multiplicar por un desequilibrio del 100% (Hurtado, 2017, p. 35)

Actividad para el recurso. Entre ellas tenemos: Asistencia, taller y glosario. Ver figura 19.

Figura 19. Actividad para el recurso. Calcular el desequilibrio de tensión.

Asistencia

Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%. En el tema de desequilibrio de tensión

Taller de desequilibrio de tensión

Realice un video en calcular el desequilibrio de tensión

Esta actividad equivale al 5% de la calificación final.

Asistencia. Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%. En el tema de efectos en motores de inducción

Taller. Este taller consta de una pregunta que es realizar un video sobre el desequilibrio de tensión. Esta actividad equivale al 5% de la nota final

6.1.6 Variación de frecuencia

Se encuentra un video, descripción y su respectiva tabla. Ver figura 20.

Figura 20. Variación de frecuencia

Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía

Área personal / Mis cursos / Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía / VARIACIONES DE FRECUENCIA

General SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO DESBALANCES DE TENSIÓN EFECTOS EN MOTORES DE INDUCCIÓN CAUSAS DEL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN VARIACIONES DE FRECUENCIA

NORMATIVIDAD +

VARIACIONES DE FRECUENCIA

EFECTOS

Error de regulación de frecuencia, en eventos que tienen carga de generadores rectificadores

Comportamiento anómalo en equipos eléctricos

Interrupción del servicio y variaciones de tensión por desbalance de carga

Causas.

Mantener la frecuencia del sistema del balance entre la carga y la potencia producida por las estaciones de generación. A medida que este balance cambia sobre el tiempo, vemos pequeñas variaciones de frecuencia cuya magnitud...

Actividad para el recurso. Entre ellas tenemos: Asistencia y glosario. Ver figura 21.

Figura 21. Actividad para el recurso. Variación de frecuencia

+ Asistencia ✎

Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%. En el tema de Variación de frecuencia

Editar

+ Glosario de Variaciones de Frecuencia ✎

Realizar un glosario de 5 problemas resueltos para los estudiantes y un problema propuesto

Esta actividad equivale al 5% de su nota final.

Editar

+ Añadir una actividad o un recurso

← CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN

Utilidades de edición de pestañas

NORMATIVIDAD →

Asistencia. Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%. En el tema de efectos en motores de inducción

Glosario. Permite que el estudiante crear un glosario de problemas resuelto para los estudiantes y un glosario propuesto. Esta actividad tiene un valor del 5% de la calificación total.

6.1.7 Normatividad.

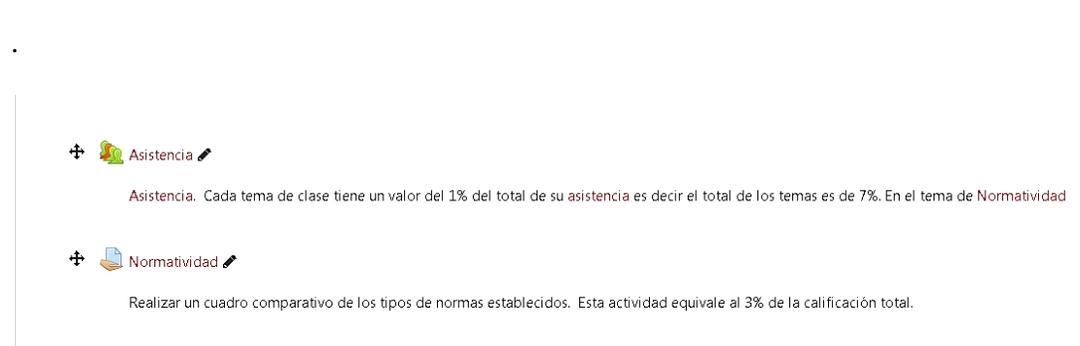
Se encuentra un video, descripción de la normatividad NEMA, descripción de la IEEE y la normatividad IEC. Ver figura 22.

Figura 22. Normatividad.



Actividad para el recurso. Entre ellas tenemos: Asistencia y glosario. Ver figura 23.

Figura 23. Actividad para el recurso. Normatividad



Asistencia. Cada tema de clase tiene un valor del 1% del total de su asistencia es decir el total de los temas es de 7%. En el tema de Normatividad

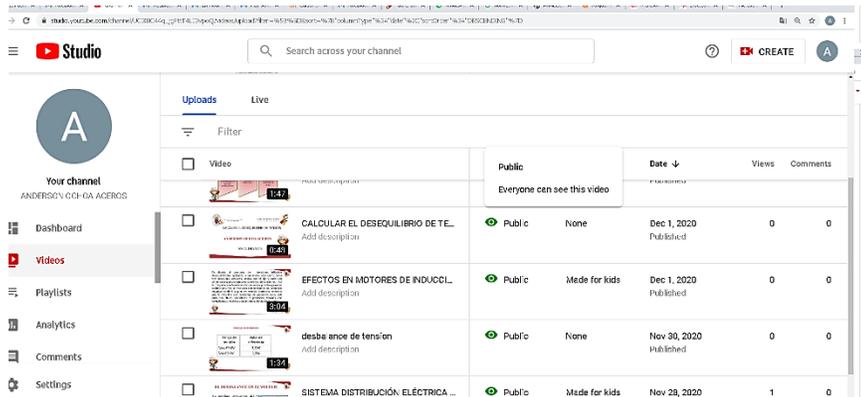
Taller. Realizar un cuadro comparativo de los tipos de normas establecidos en Colombia. Esta actividad equivale al 3% de la calificación total.

6.2 MATERIALES NECESARIOS PARA LA FUNDAMENTACIÓN TEORICA

En este curso desbalances de tensión y variaciones de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía utilizando la TIC'S, se establecieron diferentes materiales en cada tema del curso de la cuales se va describir a continuación.

Todos los siete temas que se encuentra en el curso que son los siguientes : Sistemas de distribución eléctrica trifásica, desbalance de tensión, efectos en motores de inducción, causas del desequilibrio de tensión, calcular el desequilibrio de tensión, variaciones de frecuencia y normatividad, se realizó un video por cada tema través del programa power point, se introdujo la voz y se exporto el video por cada tema; luego se sube a través del correo Gmail personal a YouTube como se observa en la siguiente figura 24 .

Figura 24. Listado de video.



The screenshot shows the YouTube Studio 'Uploads' page for a channel named 'ANDRÉS GONZÁLEZ GARCÍA'. The interface includes a search bar, a 'Filter' dropdown, and a table of video uploads. The table columns are 'Video', 'Public', 'Date', 'Views', and 'Comments'. The videos listed are:

Video	Public	Date	Views	Comments
<input type="checkbox"/> [Thumbnail] 1:47	Public Everyone can see this video	Dec 1, 2020 Published	0	0
<input type="checkbox"/> [Thumbnail] 0:28 CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TE... Add description	Public	Dec 1, 2020 Published	0	0
<input type="checkbox"/> [Thumbnail] 3:04 EFECTOS EN MOTORES DE INDUCC... Add description	Public Made for kids	Dec 1, 2020 Published	0	0
<input type="checkbox"/> [Thumbnail] 1:24 desbalance de tensión Add description	Public	Nov 30, 2020 Published	0	0
<input type="checkbox"/> [Thumbnail] 1:24 SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA ...	Public Made for kids	Nov 28, 2020	1	0

7.2.1 Sistemas de distribución eléctrica trifásica.

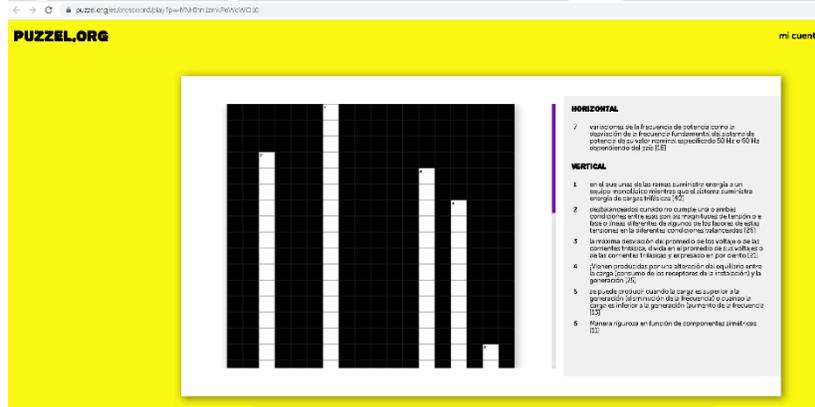
Los materiales que se encuentran en este tema del curso son los siguientes: diapositiva, un video alusivo al tema, sopa de letra y crucigramas.

Figura 25. Video -Sistemas distribución eléctrica trifásico



Video. Para realizar el video del sistema distribución eléctrica trifásico se utiliza el programa de power point y se realiza la respectiva diapositiva como se observa en la figura 26 y luego se exporta a video y sube a través del correo personal del Gmail a la plataforma de YouTube y su dirección es la siguiente: <https://youtu.be/INGF7sbGE4Y>.

Figura 28. Crucigrama



7.2.2 Desbalance de tensión.

Los materiales que se encuentran en este tema del curso son los siguientes: diapositiva y un video alusivo al tema desbalance de tensión.

Figura 29. Video - Desbalance de tensión



Video. Para realizar el video del Desbalance de tensión se utilizó el programa de power point y se realizó la respectiva diapositiva como se observa en la figura 30 y luego se exporta a video y sube a través del correo personal del Gmail a la plataforma de YouTube y

su dirección es la siguiente: <https://www.youtube.com/watch?v=Q-ZyFtaQ27E&feature=youtu.be>

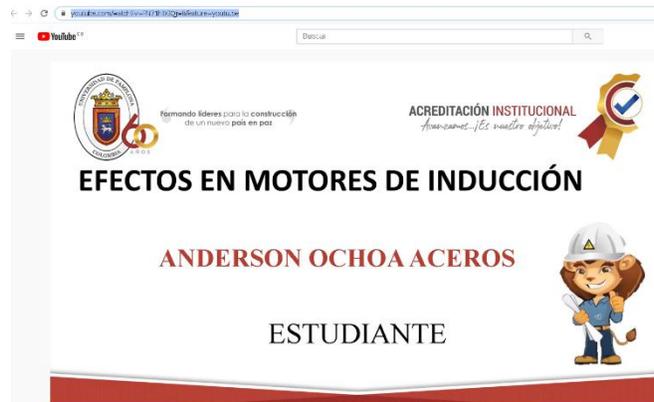
Figura 30. Power point - Desbalance de tensión



7.2.3 Efectos en motores de inducción.

Los materiales que se encuentra en este tema del curso son los siguientes: diapositiva, un video alusivo al tema a efectos en motores de inducción

Figura 31. Video – efectos en Motores de inducción

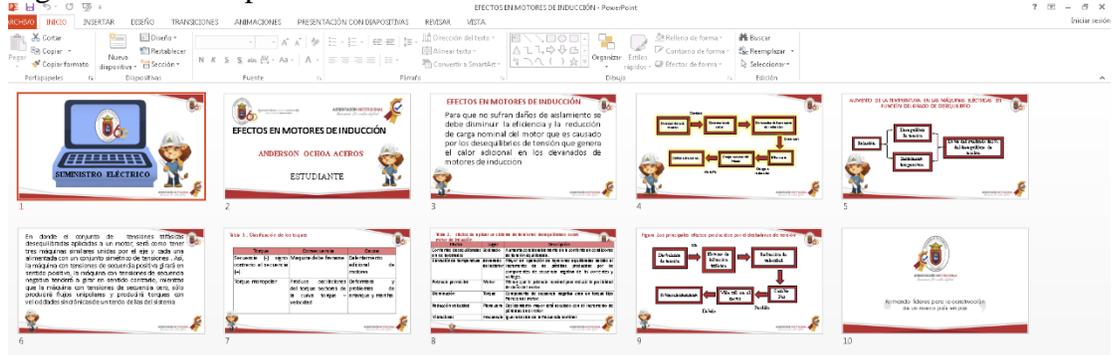


Video. Para realizar el video del sistema distribución eléctrica trifásico se utiliza el programa de power point y se realiza la respectiva diapositiva como se observa en la figura 32 y luego se exporta a video y sube a través del correo personal del Gmail a la plataforma

de YouTube y su dirección es la siguiente:

<https://www.youtube.com/watch?v=FN71hl03Qjw&feature=youtu.be>

Figura 32. Power point – Efectos en motores de inducción



7.2.4 Causas de tensión

Los materiales que se encuentran en este tema del curso son los siguientes:

diapositiva, un video alusivo al tema causas del desequilibrio de tensión.

Figura 33. Video – causas del desequilibrio de tensión



Video. Para realizar el video de Causas del desequilibrio de tensión se utiliza el programa de power point y se realiza la respectiva diapositiva como se observa en la figura 34 y luego se exporta a video y sube a través del correo personal del Gmail a la plataforma

de YouTube y su dirección es la siguiente:

https://www.youtube.com/watch?v=ya8NzX_Ut0E&feature=youtu.be

Figura 34. Power point – Causa del desequilibrio de tensión

Power point – Causa del desequilibrio de tensión



7.2.5 Calcular el desequilibrio de tensión

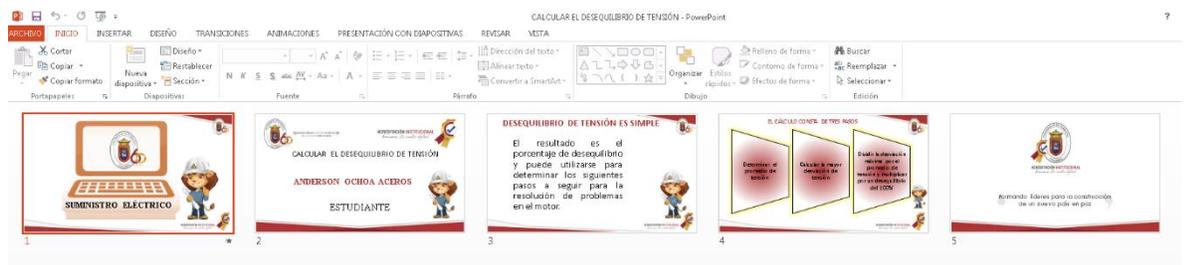
Los materiales que se encuentran en este tema del curso son los siguientes: diapositiva, un video alusivo al tema al cálculo del desequilibrio de tensión.

Figura 35. Video - Calcular el desequilibrio de tensión



Video. Para realizar el video del cálculo del desequilibrio de tensión se utiliza el programa de power point y se realiza la respectiva diapositiva como se observa en la figura 36 y luego se exporta a video y sube a través del correo personal del Gmail a la plataforma de YouTube y su dirección es la siguiente: <https://youtu.be/E0cN0h5-eeM>.

Figura 36.Power point – Calcular el desequilibrio de tensión



7.2.6 Variación de frecuencia

Los materiales que se encuentran en este tema del curso son los siguientes: diapositiva, un video alusivo al tema de variación de frecuencia.

Figura 37.Video - variación de frecuencia



Video. Para realizar el video de Variación de frecuencia se utiliza el programa de power point y se realiza la respectiva diapositiva como se observa en la figura 38 y luego se exporta a video y sube a través del correo personal del Gmail a la plataforma de YouTube y su dirección es la siguiente: <https://youtu.be/3OKRMR2N-ag> .

Figura 38.Power point – Variación de frecuencia



7.2.7 Normatividad.

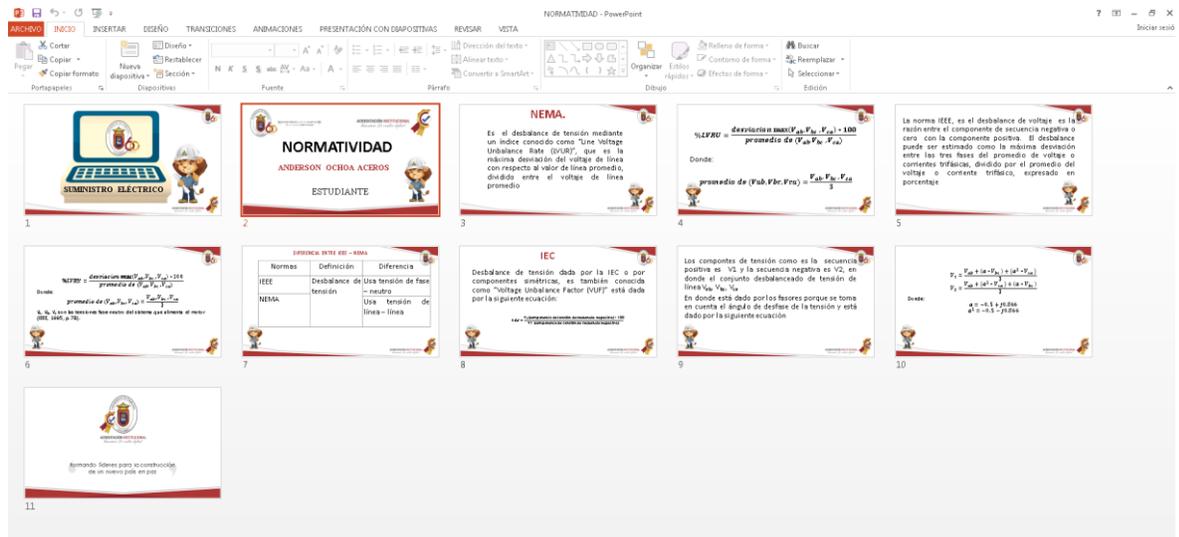
Los materiales que se encuentran en este tema del curso de normatividad son los siguientes: diapositiva y un video alusivo al tema.

Figura 39.Video –Normatividad



Video. Para realizar el video del sistema Normatividad se utiliza el programa de power point y se realiza la respectiva diapositiva como se observa en la figura 40 y luego se exporta a video y sube a través del correo personal del Gmail a la plataforma de YouTube y su dirección es la siguiente: <https://youtu.be/9G8FAMzZmYs>

Figura 40.Video –Normatividad



7.3 HERRAMIENTA AUDIVISUALES

En la tabla 6 me describe el nombre del video con sus respectivas ubicaciones.

Tabla 5.Listado de video

Nombre el video	Ubicación
Sistema distribución eléctrica trifásico	https://youtu.be/INGF7sbGE4Y
Desbalance de tensión	https://youtu.be/Q-ZyFtaQ27E
Efectos en motores de inducción	https://youtu.be/FN71hl03Qjw
Calcular el desequilibrio de tensión	https://youtu.be/E0cN0h5-eeM
Variaciones de frecuencia	https://youtu.be/3OKRMR2N-ag
Causas del desequilibrio de tensión	https://youtu.be/ya8NzX_Ut0E
Normatividad	https://youtu.be/9G8FAMzZmYs

7.4 VALIDAR EL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO

Como se puede observar en los anteriores ítems de este capítulo se utilizó siete temas y un tema de la actividad final, además por cada tema se realizaron varias actividades como se muestra en la tabla 7.

Tabla 6. Actividad relacionada de funcionamiento

Tema	Ubicación	Actividad
Sistema distribución eléctrica trifásico	https://youtu.be/INGF7sbGE4Y	Asistencia, el foro, tarea y el cuestionario Ver figura (8, 9,10,25,26,27) y tabla 6.
Desbalance de tensión	https://youtu.be/Q-ZyFtaQ27E	Asistencia, foro, acceso a URL. y cuestionario Ver figura (11, 12,13, 29,30) y tabla 6.
Efectos en motores de inducción	https://youtu.be/FN71hl03Qjw	Asistencia, taller y glosario Ver figura (14, 15, 31, 32) y tabla 6.
Calcular el desequilibrio de tensión	https://youtu.be/E0cN0h5-eeM	Asistencia, taller y glosario. Ver figura (16, 17, 33, 34) y tabla 6.
Variaciones de frecuencia	https://youtu.be/3OKRMR2N-ag	Asistencia, taller y glosario Ver figura (18,19, 33, 36) y tabla 6.
Causas del desequilibrio de tensión	https://youtu.be/ya8NzX_Ut0E	Asistencia y glosario figura (20, 21, 37, 38) y tabla 6.
Normatividad	https://youtu.be/9G8FAMzZmYs	Asistencia y taller. figura (22, 23, 39, 40) y tabla 6.
Actividad final		Taller Ver anexo B

6 CONCLUSIONES

En la actualidad, los recursos tecnológicos son una parte imprescindible en las entidades educativas; ya que la tecnología se ha convertido en un aliado clave para la realización de todo tipo de tareas, razón por la cual el sector educativo está inmerso en un contexto de cambio y transformaciones, donde la comunicación y los avances tecnológicos son parte de la evolución en la sociedad.

Por tal razón con este diseño educativo se busca mejorar la capacidad de los estudiantes en la materia suministro eléctrico.

Los procesos sistemáticos a escalas de educación se pueden desarrollar en las instituciones educativas, la tecnología y la información, debe estar al alcance de todas las instituciones; lo que puede diferenciarla de las demás es la capacidad que tienen los estudiantes para adaptarse al cambio tecnológico.

Es por eso que dentro de las metodologías de educación tradicional el Software Educativo se ha convertido hoy en la metodología más moderna que aporta con nuevo y abundante material didáctico.

7 RECOMENDACIONES

El Educador debe incorporar en su rol el uso del Software Educativo con el fin de preparar a los estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad de Pamplona en crear módulo de forma divertida.

Debe preparar un ambiente adecuado para que el uso del software adquiera en los estudiantes la importancia y el gusto de usarlo.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU A. (2005). Calidad de Potencia Eléctrica en Redes de Distribución. ENELVEN.
Venezuela

Comisión reguladora de energía y gas CREG.

Harper Enriquez, Gilberto. (2004). El ABC de la calidad de la energía eléctrica. Limusa.
Noriega Editores. México.

IEEE. (1995^a). [Práctica recomendada por la IEEE para monitorear potencia eléctrica].
IEEE Recommended Practice on Monitoring Electric Power. IEEE Std 1159-1995.
IEEE Press. USA.

IEEE. (1996, enero). [Definiciones prácticas para potencias en sistemas con formas de onda no sinusoidales y cargas desbalanceadas: Una discusión]. “Practical Definitions for Powers in Systems with Nonsinusoidal Waveforms and Unbalanced Loads: A Discussion”. IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 11, No. 1. Institute of Electrical and Electronics Engineers. USA.

Quispe O., E. C., & P., Palacios, J. A. (2006). Análisis de las Definiciones de Desequilibrio de Tensión y su Influencia con los Efectos en la Operación de Motores Trifásicos de Inducción: La necesidad de una Nueva Definición. 6.

Sánchez Cortés, M. A. (2009). Calidad de la Energía Eléctrica.

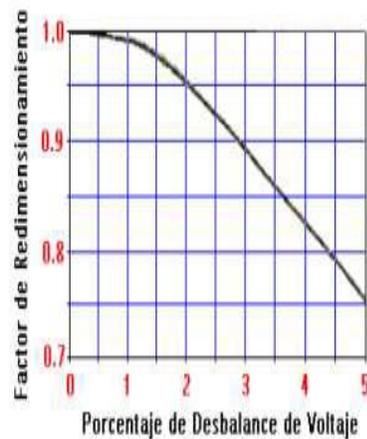
The Institute of Electrical and Electronics Engineers, I., & 3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, U. (2019). IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (p. 98).

9 ANEXOS

Anexo A. Redimensionamiento para motores sobre el desbalance según el estándar NEMA MG 1.

Si el desbalance de tensión es de 2% requiere alrededor de un motor de 5% más grande. Un desbalance de tensión del 3% requiere de un motor 12% más grande, o motores con un factor de servicio de 1.15.

Figura 41. Redimensionamiento para motores sobre el desbalance según el estándar NEMA MG 1.



Desbalance de voltaje	Redimensionamiento aproximado
1%	ninguno
2%	95%
3%	88%
4%	82%
5%	75%

Para evaluar motores mayores que 500 hp,
Consulte al vendedor sobre el redimensionamiento.

Anexo B. Actividad final

Figura 42. Actividad final

The screenshot shows a Moodle course page for 'Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía'. The page includes a breadcrumb trail: 'Área personal / Mis cursos / Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía / ACTIVIDAD FINAL'. A navigation menu contains the following items: 'General', 'SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO', 'DESBALANCES DE TENSIÓN', 'EFECTOS EN MOTORES DE INDUCCIÓN', 'CAUSAS DEL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN', 'CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN', 'VARIACIONES DE FRECUENCIA', 'NORMATIVIDAD', and 'ACTIVIDAD FINAL'. The 'ACTIVIDAD FINAL' section contains the text: '1. De acuerdo al gestor final se debe realizar una actividad que sera entregada al final del curso. Estará abierta Durante todo el curso.' Below this text is a document icon labeled 'Actividad final' and a link labeled '→NORMATIVIDAD'.

← → C vtaone.unpamplona.edu.co/course/view.php?id=1368§ion=8

Moodle, Facultad de Ingenierías y Arquitectura Español - Colombia (es_co)

Anderson Eudiel Ochoa Aceros

Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía

Área personal / Mis cursos / Desbalance de tensión y variación de frecuencia en el contexto colombiano de calidad de la energía / ACTIVIDAD FINAL

General SISTEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICO DESBALANCES DE TENSIÓN EFECTOS EN MOTORES DE INDUCCIÓN CAUSAS DEL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN
CALCULAR EL DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN VARIACIONES DE FRECUENCIA NORMATIVIDAD **ACTIVIDAD FINAL**

ACTIVIDAD FINAL

1. De acuerdo al gestor final se debe realizar una actividad que sera entregada al final del curso. Estará abierta Durante todo el curso.

Actividad final

→NORMATIVIDAD