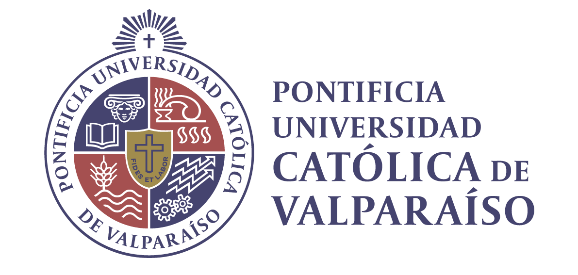


**Diego Andrés Cisternas Herrera**

**Estudiar el motor de inducción y su respuesta espectral bajo condiciones prácticas y de simulación.**

**Informe Proyecto 1 Primera Mesa Redonda**

**Escuela de Ingeniería Eléctrica**



Estudiar el motor de inducción y su respuesta espectral bajo condiciones prácticas y de simulación.

Diego Andrés Cisternas Herrera  
  
  
Informe avance Proyecto 1,

Escuela de Ingeniería Eléctrica de la

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

conformada por

Sr. René Sanhueza Robles

Profesor Guía

Sr. Carlos Ávila Muñostes

Segundo Revisor

Valparaíso, 25 de abril de 2018

Resumen

Es obligatorio escribir un resumen en español y en inglés. En la medida de lo posible debe completar esta página, sin sobrepasarse a la siguiente. Se sugiere dejar el resumen para el final, ya que sabrá con certeza que es lo que incluye el informe. Luego de su resumen debe escribir palabras claves, como por ejemplo los tópicos más importantes relevantes al documento.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit Pellentesque cursus luctus mauris.

Palabras claves: protocolo, redes de computadores, sistema operativo, programación.

Índice general

[Introducción 1](#_Toc512275988)

[Objetivo general 2](#_Toc512275989)

[Objetivos específicos 2](#_Toc512275990)

[1 Antecedente generales y propuestas 3](#_Toc512275991)

[1.1 Descripción detallada del estudio 3](#_Toc512275992)

[2 Marco Teórico 4](#_Toc512275993)

[2.1 Variables eléctricas de estudio 4](#_Toc512275994)

[2.1.1 Armónicos 4](#_Toc512275995)

[2.1.2 Transitorios 5](#_Toc512275996)

[2.1.3 Componentes simétricas 6](#_Toc512275997)

[2.2 Conceptos relevantes del motor de inducción trifásico 7](#_Toc512275998)

[2.2.1 Conceptos básicos del motor y su funcionamiento 7](#_Toc512275999)

[2.2.2 Fallas más comunes en el motor de inducción 10](#_Toc512276000)

[2.2.3 Efecto de la presencia de armónicos en el motor de inducción 10](#_Toc512276001)

[3 11](#_Toc512276002)

[Discusión y conclusiones 12](#_Toc512276003)

[Bibliografía 13](#_Toc512276004)

# Introducción

En la mayoría de los sistemas eléctricos alternos, si se visualizan las formas de onda de corriente y tensión se puede apreciar que no son perfectamente sinusoidales. Estas formas de onda contienen componentes alternas de distintas frecuencias, las cuales son conocidas bajo el nombre de ‘Armónicas’.

Las tensiones y corrientes armónicas tienen influencia directa en el funcionamiento de cualquier sistema, ya que estos sistemas están hechos para trabajar idealmente bajo condiciones de una única frecuencia con una amplitud determinada. Los motores eléctricos asíncronos o de inducción no son la excepción, y resulta de gran relevancia el estudio de su comportamiento ante estas condiciones de funcionamiento anómalo.

Los motores eléctricos de inducción son el tipo de motor más utilizado en el sector industrial, tanto a nivel nacional como internacional. Y normalmente se encuentran asociados a otras cargas, las cuales pueden influir o ser influidas por los efectos armónicos.

Además los motores de inducción normalmente están asociados con sistemas de partida, con el fin de atenuar las grandes amplitudes corrientes que se presentan durante el arranque. El sistema de arranque más utilizado es el Variador de Frecuencia (VDF), el cual está conformado por elementos de electrónica de potencia, de modo que el contenido armónico asociado aumenta.

En el presente estudio se buscará en primera instancia seleccionar un motor de inducción trifásico del laboratorio de máquinas, para realizar los ensayos correspondientes y poder estimar los parámetros que posteriormente serán utilizados para la simular.

Se utilizará el software Simulink de MATLAB para las simulaciones de distintas condiciones de interés del motor de inducción. Con el fin de analizar principalmente el contenido armónico presente bajo las distintas condiciones.

Además se trabajará de forma práctica en el laboratorio de máquinas con el Registrador de Variables Eléctricas el cual nos permitirá principalmente visualizar el contenido armónico de tensión y corriente, entre otras cosas, y de esta forma poder contrastar las simulaciones realizadas con la realidad.

## Objetivo general

* Bajo ambiente de Simulación y Práctico, estudiar el motor de inducción con su respuesta espectral, analizando su comportamiento en accionamientos con VDF, y posibles situaciones de falla.

## Objetivos específicos

* Estudiar bajo simulación el comportamiento del motor de inducción con y sin VDF, analizando su respuesta espectral y su contenido armónico.
* Estudiar en forma práctica el comportamiento del motor de inducción, para contrastar las simulaciones.
* Verificar en situaciones de falla, las variaciones en el espectro de las corrientes, y poder verificar que es lo que está ocurriendo en la máquina.

# Antecedente generales y propuestas

En primera instancia se busca dar a conocer la finalidad del estudio a realizar y los pasos tentativos para lograrlo.

## Descripción detallada del estudio

El proyecto tiene como objetivo el análisis espectral del motor de inducción trifásico bajo distintas condiciones, lo cual se desarrollará tanto de manera experimental como en simulación. Para lograr lo anteriormente mencionado es que se tendrá que obtener en primera instancia los parámetros del motor de inducción a utilizar. De modo que es necesario hacer ensayos de vacío y rotor bloqueado.

Durante los ensayos es necesario registrar las variables eléctricas de interés, para ello se utilizarán instrumentos de medición, tales como SAMTE (Sistema Adquisición y Medición de Transientes Eléctricas), tacómetro, voltímetro, amperímetro, entre otros.

Además es necesario llegar a una estimación de la curva de saturación del motor a utilizar, puesto que la situación anterior es un caso de interés dentro del estudio a desarrollar.

Como el estudio considera situaciones de falla en el motor, es necesario tener en consideración cuales son las fallas que ocurren con más frecuencia en este tipo de máquinas y ver si estas pueden ser replicadas en laboratorio.

Otra condición adicional de estudio es el uso del Variador de Frecuencia (VDF) para el control del funcionamiento del motor, por lo cual es necesario un análisis del punto de vista teórico, y paralelamente obtener los parámetros del VDF a utilizar, para usarlos en el desarrollo de las simulaciones.

Con los datos necesarios para hacer el modelo, se procederá a simular situaciones de vacío, saturación y falla, y analizar el espectro de armónicos resultante. Paralelamente se realizará en el laboratorio de máquinas de manera experimental las mismas situaciones, y se procederá a realizar una comparación del espectro armónico resultante de ambas actividades.

# Marco Teórico

A continuación se darán a conocer las variables eléctricas de estudio, conceptos teóricos relevantes del motor de inducción y el variador de frecuencia, y finalmente una descripción del equipo de mediciones SAMTE y el software Simulink.

## Variables eléctricas de estudio

El estudio se basa principalmente en el espectro de los armónicos, no obstante junto con este se analizarán los transitorios y las componentes simétricas, debido a la importancia que tienen estas variables para el funcionamiento del motor de inducción trifásico.

### Armónicos

Los sistemas tipo carga alternos están hechos en su mayoría para trabajar con una forma de onda de tensión idealmente sinusoidal, en una única frecuencia y con una amplitud de tensión determinada. Ahora bien en la realidad, la naturaleza de las cargas no necesariamente es lineal, por lo cual las formas de onda de tensión y corriente dejan ser perfectamente sinusoidales.

Para entender de mejor manera qué efectos tienen los armónicos en el sistema, se procede a buscar una representación matemática que facilite el entendimiento de esta variable. Para representar como una función, se recurre a una base ortogonal y describir las formas de onda como una sumatoria de componentes. Para lo anterior se hace uso de la serie compacta de Fourier, la cual consiste en una sumatoria de cosenos con amplitud con argumentos múltiplos de (frecuencia fundamental) y un desfase , en la ecuación (2-1) se muestra una corriente representada de forma genérica.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | + . . . + | (2-1) |

Recordemos que se dice que dos funciones son ortogonales si el producto punto de ambas es igual a cero. Luego si vamos a la definición matemática de la potencia media, en la ecuación (2-2).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2-2) |

Donde es la tensión, el periodo e la corriente.

Si en la ecuación (2-2) las expresiones de tensión y corriente son representadas por sus series de Fourier correspondientes, y tomamos en cuenta que las componentes ortogonales son cero, se llega finalmente a la ecuación (2-3) de la potencia media, donde es el desfase de tensión, el desfase de corriente y e son amplitudes de tensión y corriente del enésimo armónico respectivamente.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2-3) |

En la ecuación (2-3) si tuviéramos una tensión en una única frecuencia (fundamental), y la corriente con distorsión armónica, se puede apreciar que las componentes armónicas de la corriente distintas de la fundamental, no significan un aporte a la potencia media. Como conclusión si nuestro sistema está en presencia de contaminación armónica, hay componentes circulando que no necesariamente aportan a la potencia media, lo cual es algo indeseable.

Es importante mencionar que las componentes armónicas sí aumentan el valor eficaz de tensión y corriente, y los valores eficaces grandes se traducen en grandes pérdidas.

Por último si vamos a la definición del factor de potencia, como se muestra en la ecuación (2-4).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2-4) |

Si el sistema tiene componentes armónicas, no necesariamente aportan a la potencia media pero sí afectan a los valores eficaces, por tanto el factor de potencia se ve afectado negativamente por la presencia de distorsión armónica en las formas de onda.

A modo de síntesis, la presencia de armónicos en un sistema es un fenómeno indeseable. En los sistemas eléctricos se disponen normalmente varias cargas conectadas en paralelo a un punto común, por lo que una carga no lineal significa una deformación de tensión en ese punto común, y esa tensión deformada es la que llega a todas las otras cargas en paralelo del sistema.

Las cargas no lineales más comunes corresponden a: computadores, UPS, variador de frecuencia, partidores suaves, dispositivos electrónicos, convertidores, entre otros.

### Transitorios

Se definen como transitorios cuando la energía varía rápida y temporalmente debido a una maniobra realizada en el sistema, para luego llegar a parámetros estables (régimen permanente), o simplemente perder la estabilidad.

Para fines de nuestro estudio se podrán apreciar tanto en simulación como en la práctica, las formas de onda en el motor de inducción trifásico frente a maniobras como el arranque, fallas y cambio en el par resistente. Analizar los transitorios tiene especial relevancia, debido a que lo común es que durante estos instantes la corriente pueda tomar valores grandes de amplitud, y afectar de forma negativa el sistema (activar protecciones, disminuir el nivel de tensión).

Las grandes corrientes además disminuyen la vida útil del motor. Es por esto que un caso de estudio contempla el uso del variador de frecuencia para controlar este fenómeno y evitar consecuencias negativas, tanto como para el motor, como para el sistema en el cual está el motor como carga.

### Componentes simétricas

El teorema de componentes simétricas o de Fortescue, se utilizan para simplificar el análisis de los sistemas de energía trifásicos desequilibrados, pues permite escribir de forma general un sistema polifásico desbalanceado (con n fases) como la suma de n sistemas equilibrados aplicando el principio de superposición. Siempre y cuando las corrientes y tensiones del sistema se relacionen con impedancias lineales de otro modo el principio de superposición no es aplicable.

Para los sistemas trifásicos, se separa en las conocidas secuencia positiva, secuencia negativa y secuencia cero, tres sistemas balanceados por separado para representar y trabajar un sistema en desequilibrio.

Físicamente, en un sistema trifásico, un conjunto de corrientes positivas producen un campo rotatorio normal, un conjunto de corrientes negativas producen un campo con rotación opuesta y la secuencia cero produce un campo que oscila pero no gira. Nuevamente situaciones indeseables en el motor de inducción.

Es de extremada relevancia tener esto en consideración, puesto que los armónicos dependiendo del orden tienen comportamiento de secuencia frente al sistema equilibrado. Si el sistema se desequilibra cada componente armónica pasa a tener las tres secuencias. A continuación en la Tabla 2-1 se presenta el orden armónico y su naturaleza de secuencia frente a un sistema trifásico balanceado.

Tabla 2-1: Orden armónico y su respectiva secuencia frente sistema equilibrado

|  |  |
| --- | --- |
| Armónica | Secuencia |
| 1 2 3 4 5 6 7 8 … | + - 0 + - 0 + - … |

Afortunadamente las formas de onda que resultan de los comportamientos no lineales de las cargas, cumplen aproximadamente la llamada simetría de media onda, lo cual resulta en que la amplitud de las armónicas pares es cercana a cero y no tienen mayor relevancia para la mayoría de los casos. Además en los sistemas balanceados se da que la corriente en el neutro es cero, por lo cual las armónicas de secuencia cero, que son las armónica múltiplos de 3, tendrían amplitud cero para un sistema trifásico balanceado.

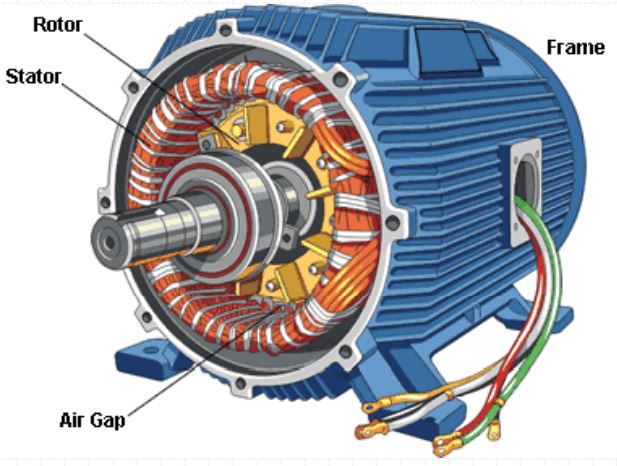
## Conceptos relevantes del motor de inducción trifásico

En la siguiente sección se darán a conocer conceptos base sobre el motor de inducción y su funcionamiento, fallas más comunes y efecto de los armónicos sobre este.

### Conceptos básicos del motor y su funcionamiento

Los motores asíncronos o de inducción son un tipo de motor de corriente alterna, en el que la corriente eléctrica del rotor necesaria para producir torsión, es inducida por inducción electromagnética del campo magnético de la bobina del estator. El rotor y estator se encuentran separados por una pequeña distancia uniforme de aire, conocida como entrehierro. En la Figura 2-1 se ilustran los aspectos ya mencionados.

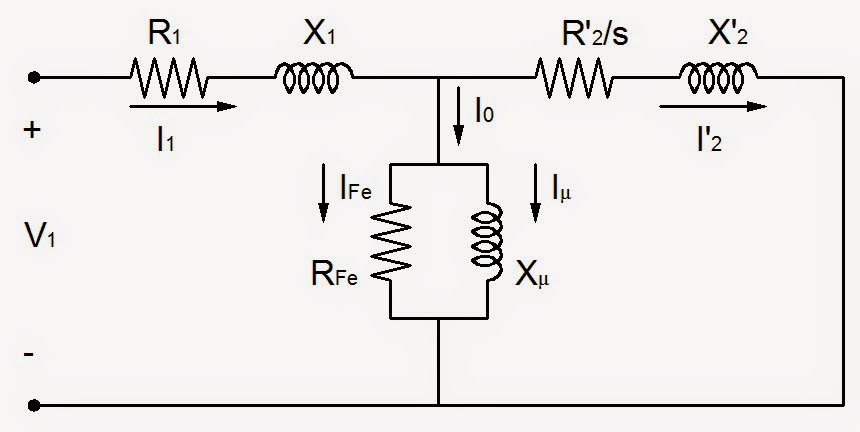
Figura 2-1: motor inducción



El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor (giratorio, ubicado en el eje), que puede ser de dos tipos, jaula de ardilla o bobinado. Y un estator (fijo, ubicado al interior de la carcasa), en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120º en el espacio. Según el Teorema de Ferraris, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120º, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión eléctrica en el rotor según la Ley de inducción de Faraday.

Un motor de inducción se puede describir como un transformador giratorio trifásico, en el cual sus bobinados secundarios están cortocircuitados por lo que la potencia de salida no es eléctrica como en un transformador común, sino que es mecánica. A continuación en la Figura 2-2 se da a conocer el circuito equivalente monofásico de la máquina de inducción referido a primario (estator), el cual tiene gran similitud con el circuito equivalente del transformador.

Figura 2-2: Circuito equivalente monofásico de máquina inducción.



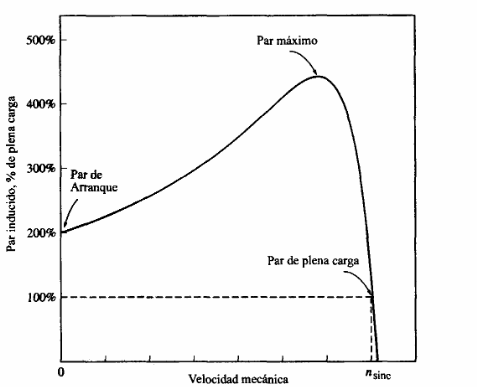
En un motor eléctrico asíncrono, el rotor siempre va a girar con rotación abajo de la rotación del campo giratorio y, por lo tanto, habrá corriente y par electromecánico inducidos. La diferencia relativa entre las velocidades del rotor y del flujo del estator (síncrona) es conocida como deslizamiento (denotado como ). En la ecuación (2-5) se muestra la ecuación del deslizamiento, donde es la velocidad síncrona [rpm] y es la velocidad del rotor [rpm].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2-5) |

En el momento del arranque, producto del estado de reposo del rotor, la velocidad relativa entre campo estatórico y rotórico es muy elevada. Por lo tanto, la corriente inducida en el rotor es muy alta y el flujo de rotor (que se opone siempre al del estator) es máximo. Como consecuencia, la impedancia del estator es muy baja y la corriente absorbida de la red es muy alta, pudiendo llegar a valores de hasta 7 veces la intensidad nominal. Este valor no hace ningún daño al motor ya que es transitorio, y el fuerte par de arranque hace que el rotor gire enseguida, pero causa bajones de tensión abruptos y momentáneos que se manifiestan sobre todo como parpadeo en las lámparas lo cual es molesto, y puede producir daños en equipos electrónicos sensibles. Los motores de inducción están todos preparados para soportar esta corriente de arranque, pero repetidos y muy frecuentes arranques sin períodos de descanso pueden elevar progresivamente la temperatura del estator y comprometer la vida útil de los devanados del mismo hasta originar fallas por derretimiento del aislamiento. Por eso se utilizan en potencias medianas y grandes, dispositivos electrónicos de "arranque suave", que minimizan la corriente de arranque del motor.

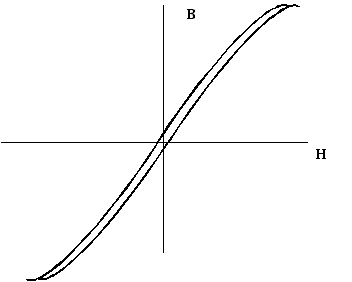
La curva de comportamiento típica del torque en el motor de inducción es presentada a continuación en la Figura 2-3, en esta se puede apreciar el par en función de la velocidad mecánica en rpm. Se puede ver claramente en esta curva que el motor va a trabajar en velocidades cercanas a la del sincronismo, pero nunca igual al sincronismo, puesto que esto significaría torque cero.

Figura 2-3: Curva característica motor inducción del par en función de velocidad mecánica



Por último, el motor de inducción en sus devanados presenta un núcleo ferromagnético, el cual tiene una capacidad para inducir flujo magnético. Este tipo de fenómeno es el principio bajo el cual transformadores y motores operan. La característica de esta capacidad para inducir flujo es no lineal, y viene dada por la curva de histéresis, la cual muestra que el material ferroso puede sufrir saturación, como se muestra en la Figura 2-4 una curva histéresis característica, la cual presenta el campo magnético *B* en función de la excitación magnética (producida por la corriente) *H.*

Figura 2-4: Curva Histéresis Típica



### Fallas más comunes en el motor de inducción

Este tipo de máquinas es susceptible a distintos fallos de carácter eléctrico y mecánico.

Entre las más importantes pueden distinguirse los fallos en rodamientos o en el eje del rotor, en los devanados de estator y en las barras o anillos de cortocircuito del rotor.

Las primeras de ellas pueden derivar en muchos casos en excentricidades del rotor y tienen la particularidad que su evolución es relativamente lenta, lo que permite, mediante una detección anticipada, evitar daños irreversibles tanto en las máquinas en sí como en el proceso de producción del que forman parte.

En cuanto a los fallos en devanados de estator, es necesario hacer una distinción entre contactos entre conductores y la carcasa del motor, fallos entre espiras de una misma bobina, entre bobinas de una misma fase o bien entre bobinas de diferentes fases. Estos fallos generalmente presentan una evolución rápida y por consiguiente su detección suele ser más dificultosa.

Por último, los fallos en las barras o anillos de cortocircuito del rotor generalmente consisten en fracturas o fisuras. Estos fallos son de evolución lenta y pueden ser detectadas tempranamente.

En líneas generales, puede afirmarse que aproximadamente un 40 % de los fallos en este tipo de máquinas corresponde a anormalidades en los rodamientos, entre un 30 y un 40 % a fallos en el estator y un 10 % aproximadamente corresponden a fallos en el rotor (el resto de los casos se distribuyen en una gran variedad de fallos). Estos datos fueron tomados a partir del análisis de máquinas de una gran variedad de potencias; puede afirmarse, asimismo, que en máquinas de potencia elevada los fallos en el rotor son las que se repiten con más frecuencia y por consiguiente se tornan las más importantes.

### Efecto de la presencia de armónicos en el motor de inducción

El principal efecto de las armónicas en máquinas eléctricas de corriente alternada es el aumento de la temperatura de operación, debido al aumento de las pérdidas en el fierro y en el cobre.

Durante disturbios transitorios y cuando opera fuera de su rango normal (sobrecarga o vacío) puede aumentar considerablemente la contribución armónica.

Las componentes armónicas afectan el torque de la máquina, pudiendo generar ruido audible aunque la contribución para el torque medio sea pequeña, puede ocasionar pulsaciones de torque, fatiga de material y hasta resonancias mecánicas de la máquina. Lo cual en el largo plazo puede derivar en una falla.

# 

# Discusión y conclusiones

Las conclusiones finales del trabajo no se consideran como capítulos del texto, sin embargo ellas son obligatorias para la estructura general del informe de proyecto e independientes de aquellas que puedan existir en cada capítulo.

En ella, se deben indicar las conclusiones finales obtenidas, su proyección futura, usos, modificaciones, limitaciones, etc. No debe incluir datos nuevos. Recuerde que las explicaciones de cada tema las dio a conocer en cada uno de los capítulos anteriormente descritos.

# Bibliografía

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | S. Fingerhuth, «Integridad académica,» Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Julio 2014. [En línea]. Available: http://integridadacademica.cl/. [Último acceso: 20 10 2015]. |
| [2] | M. Shell, «Preparation of papers for IEEE TRANSACTION and JOURNALS,» May 2007. |
| [3] | Oficina Internacional de Pesas y Medidas, «El Sistema Internacional de Unidades SI,» 2006. [En línea]. Available: http://www2.cem.es:8081/cem/es\_ES/documentacion/generales/ SIU8edes.pdf. [Último acceso: 2 January 2015]. |
| [4] | A. T. Council, Earthquake damage evaluation data for California. Technical report, Seismic Safety Commission, Applied Technology Council ( ATC ), California, 1995. |
| [5] | E. P. Wigner, «Theory of traveling wave optical laser,» *Phys. Rev.,* vol. 134, pp. A635-A646, 1965. |
| [6] | E. T. J. van Weert and R. K. Munro, «Informatics and the Digital Society: Social, ethical and cognitive issues: IFIP TC3/WG3.1&3.2 Open Conference on Social,» de *Ethical and Cognitive Issues of Informatics and ICT*, Dortmund, Germany, 2003. |
| [7] | A. G. Tsipkin, V. Vodnev, G. G. Tsipkin y A. I. Samojv, Fórmulas matemáticas: álgebra, geometría, análisis matemático., Mir, 1998. |
| [8] | C. K. Alexander y M. Sadiku, Circuits, Fundamentals of Electric, McGraw-Hill College, 2003. |

La bibliografía debe ser llenada desde la sección Referencias de Microsoft Word 2010 en el apartado Citas y bibliografía.

La bibliografía está conformada por una tabla de 2 columnas, en donde la primera columna lleva la numeración y la segunda la descripción del documento. Cuando una URL es más larga que el ancho de la columna, el ancho aumentará, haciendo que la primera columna reduzca su ancho, resultando en que la numeración se verá en varias líneas. Para solucionar este problema inserte uno o más espacios dentro de la URL.

Debe hacer clic en la pestaña Bibliografía y seleccionar “Insertar bibliografía”. **[BORRAR]**

###### Un apéndice

Recuerde que en los apéndices debe utilizar los estilos desde “Título 6” a “Título 9”, para generar sus títulos, subtítulos, etc.

* 1. Figuras en apéndices

Los rótulos de figuras en capítulos y en apéndices son ligeramente distintos. La diferencia es necesaria porque en sus capítulos las la numeración de la figura parte con un número y en sus apéndices parte por una letra. Para insertar etiquetas a figuras en un apéndice, debe seguir dos pasos. En el primero, haga clic derecho sobre la figura y seleccione insertar título. Como etiqueta seleccione “Figura” y escriba un título. Verá que se ha insertado el título, pero la referencia comienza con “Figura” como se aprecia en la Figura A‑1.



Figura A‑1: Figura con título incorrecto.

El siguiente paso es posicionarse en el título recién creado, y borrar el texto “\_apéndice”. El resultado final debe ser el que se muestra en la Figura A‑2. Puede usar el botón “Corregir etiqueta de apéndices” del menú “EIE”.



Figura A‑2: Figura con título correcto

Si nota que una figura en su apéndice tiene una numeración que comienza con un número en vez de una letra, es debido a que usó la etiqueta “Figura” en vez de “Figura”

* 1. Tablas en apéndices

Lo mismo debe hacerse para las tablas. Clic derecho, “Insertar título” y seleccionar “Tabla”, como muestra la Tabla A‑1. Puede usar el botón “Corregir etiqueta de apéndices” del menú “EIE”.

Tabla A‑1: Tabla con título incorrecto.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dental measurement\* | Species I | | Species II | |
| mean  n | SD | mean | SD |
| IIMD | 421 | 0.91 | 400 | 0.7 |
| IILD | 211 | 0.87 | 398 | 0.88  Fwfwf |
| IILL | 235 | 0.89 | 478 | 0.95 |
| I2LL | 653 | 0.7 | 454 | 0.85 |

Borrando del título el texto “\_apéndice”, su título será similar al de la Tabla A‑2.

Tabla A‑2: Tabla con título correcto

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dental measurement\* | Species I | | Species II | |
| mean  n | SD | mean | SD |
| IIMD | 421 | 0.91 | 400 | 0.7 |
| IILD | 211 | 0.87 | 398 | 0.88  Fwfwf |
| IILL | 235 | 0.89 | 478 | 0.95 |
| I2LL | 653 | 0.7 | 454 | 0.85 |

Si nota que una tabla en su apéndice tiene una numeración que comienza con un número en vez de una letra, es debido a que usó la etiqueta “Tabla” en vez de “Tabla”

* 1. Ecuaciones en apéndice

Cuando necesite crear ecuaciones en su apéndice, utilice el botón “Crear ecuación para apéndice” desde el menú “EIE”. Si necesita una ecuación sin enumerar, realice el mismo procedimiento y luego sitúese en la numeración y bórrela.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (A‑1) |
|  |  |  |

Si nota que una ecuación en su apéndice tiene una numeración que comienza con un número en vez de una letra, es debido a que usó “Crear ecuación” en vez de “Crear ecuación para apéndice” en el menú “EIE”.

* 1. Código/Listado

Si va a escribir código en el apéndice, debe usar la etiqueta “Listado” y luego borrar el texto “\_apéndice”. Puede usar el botón “Corregir etiqueta de apéndices” del menú “EIE”.

* 1. Hojas horizontales

Si necesita agregar una hoja horizontal para poner una tabla o figura grande, siga los siguientes pasos.

1. Crear un salto de sección (página nueva)
2. En la nueva página, crear un salto de sección nuevamente.
3. La página intermedia se debe rotar: Diseño de página -> orientación -> Horizontal
4. En la página rotada, quitar la imagen de la cabecera y el número de página al final de esta.
5. Insertar la figura o tabla con su título.
6. En la siguiente página se deberá agregar el número de página y copiar la cabecera según corresponda:
   1. Si va a crear una sección (capítulo) nueva, debe copiar la imagen de fondo en la cabecera.
   2. Si va a continuar con la sección (capítulo) anterior, entonces debe copiar la línea horizontal y el campo especial de numeración y título. Notar que estos campos son distintos para un apéndice y para un capítulo.

A continuación se presenta como ejemplo la Figura A‑3, la cual está en una página horizontal.



Figura A‑3: Ejemplo de figura en hoja horizontal

Esta página debe continuar como la sección anterior, es decir, con la cabecera y el pie de páginas que corresponde.

###### Otro apéndice

Este apéndice solo fue agregado para mostrar que la página horizontal agregada en la página anterior no debe romper las cabeceras y pie de páginas de los capítulos o apéndices que le siguen. Si sucede que se perdió la cabecera y el pie de página deberá recrearlos copiándolos directamente, esto es, agregar la imagen de fondo en la cabecera (imagen ploma que acompaña al título), y el número de página, y en las siguientes páginas agregar el título del capítulo o apéndice y el número de página. Es posible que deba jugar con el botón “enlazar al anterior” del menú “Diseño”, cuando se encuentra modificando el pie de página o la cabecera.