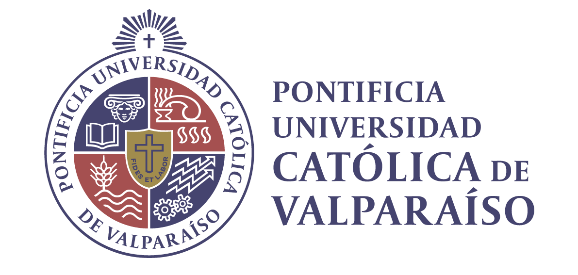


**Diego Cisternas Herrera**

**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 Cisternas Herrera  
  
  
Informe Proyecto 1 para optar al título de Ingeniero Eléctrico,

Escuela de Ingeniería Eléctrica de la

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

conformada por

Sr. René Sanhueza R.

Profesor Guía

Sr. Carlos Ávila M.

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](#_Toc449061282)

[Objetivos generales 2](#_Toc449061283)

[1 Introducción a la plantilla 3](#_Toc449061284)

[1.1 Estructura de la Plantilla. 3](#_Toc449061285)

[1.1.1 Portada y hojas preliminares 3](#_Toc449061286)

[1.1.2 Índice 3](#_Toc449061287)

[1.1.3 Introducción 3](#_Toc449061288)

[1.1.4 Hojas de desarrollo 4](#_Toc449061289)

[1.1.5 Bibilografía 5](#_Toc449061290)

[1.1.6 Apéndice 5](#_Toc449061291)

[1.2 Tipo de letra 6](#_Toc449061292)

[1.3 Macros 6](#_Toc449061293)

[1.4 Menu EIE 7](#_Toc449061294)

[1.5 Modo borrador (draft) 7](#_Toc449061295)

[1.6 Figuras y tablas 8](#_Toc449061296)

[1.7 Ecuaciones 11](#_Toc449061297)

[1.7.1 Notación de unidades del Sistema Internacional SI 12](#_Toc449061298)

[1.7.2 Recomendaciones para ecuaciones 12](#_Toc449061299)

[1.8 Código/Listado 13](#_Toc449061300)

[1.9 Listas y enumeraciones 14](#_Toc449061301)

[1.10 Actualizar todos los campos del documento 15](#_Toc449061302)

[1.11 Conclusión del capítulo 15](#_Toc449061303)

[Discusión y conclusiones 16](#_Toc449061304)

[Bibliografía 17](#_Toc449061305)

[A Un apéndice 19](#_Toc449061306)

[A.1 Figuras en apéndices 19](#_Toc449061307)

[A.2 Tablas en apéndices 20](#_Toc449061308)

[A.3 Ecuaciones en apéndice 20](#_Toc449061309)

[A.4 Código/Listado 21](#_Toc449061310)

[A.5 Hojas horizontales 21](#_Toc449061311)

[B Otro apéndice 24](#_Toc449061312)

[Borrar] El índice no se debe modificar directamente, ya que Word tiene una funcionalidad para autogenerarlo a partir de sus títulos, siempre y cuando estos sean generados usando los estilos Título 1, Título 2, etc. Al finalizar el documento se debe actualizar el índice haciendo clic derecho sobre este, seleccionando “actualizar campos” y en la nueva ventana se debe elegir “actualizar toda la tabla”. [Borrar]

# 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 lo cual 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.

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.

# Marco Teórico

A continuación se darán a conocer las definiciones de variables eléctricas de estudio, conceptos teóricos relevantes del motor de inducción y el variador de frecuencia

# 

# 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.

Para el trabajo de un año (Proyecto I y II para ingenieros, seminario y proyecto para civiles), se espera que su discusión y conclusiones tenga más o menos la misma extensión que la introducción, es decir entre tres y cinco páginas.

# 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. |

**[BORRAR]** Recuerde que un buen trabajo debe ser justificado y apoyado por trabajos anteriores. Cite. Coordine con el profesor la pertinencia de citar sitios webs.

En esta sección se listan los nombres de todas las referencias bibliográficas, libros, revistas o documentos de uso general que han sido citados en el texto y desde donde se han obtenido aseveraciones no demostradas. Se trata de facilitar el acceso futuro a los documentos originales haciendo constar los datos fundamentales de cada documento de manera sencilla pero normalizada.

Se recomienda incluir un conjunto amplio con el fin de justificar acuciosamente el trabajo realizado (mínimo 10 referencias).

En este listado no deben incluirse, apuntes de cursos ni textos que no estén debidamente completados con autor, editorial y fecha de publicación adecuadamente comprobable.

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.