Propuesta de proyecto:

“Diseño de Dispositivo Electromagnético: Movimiento lineal oscilatorio - Jumping ring”

Silva Varela, Diego Felipe., Rodriguez Ricaurte, Cristian David., y Urbano Vallejo, Oscar Andrés.

{dfsilvav, oaurvanov, crdrodriguezri}@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia.

***Resumen******:* En este documento se presenta la propuesta para el proyecto final de la asignatura de “Conversión electromagnética”. El proyecto tiene el nombre de “Jumping Ring” y es una aplicación de la Ley de Faraday de inducción electromagnética y la Ley de Lenz. Se presentan los objetivos del proyecto se hace un breve marco teórico con una breve reseña histórica, Se describe la metodología que se piensa seguir y los alcances y limitación que se tendrá en el proyecto.**

***Índice de Términos —*** *Corriente Eléctrica, Campo Magnético, Inducción electromagnética, Solenoide.*

# Objetivo

* Aplicando la teoría aprendida en cursos como campos electromagnéticos, conversión electromagnética, entre otros. Realizar el análisis teórico del experimento del “Jumping Ring”. Haciendo un modelamiento matemático del problema (para lo cual se utilizara Matlab), y utilizando la modelación por elementos finitos para simular su comportamiento.

# Introducción

El experimento del “Jumping ring” es una demostración práctica de la ley de inducción electromagnética de Faraday y de la ley de Lenz. Un diagrama del montaje básico de este experimento es mostrado en la figura 1.

En este experimento se hace pasar una corriente eléctrica variable por el solenoide, lo cual genera un campo magnético. Este campo magnético induce una fuerza electromotriz en el anillo (Ley de Ampere) lo cual hace que se genere una corriente eléctrica con su propio campo magnético, el cual (por Ley de Lenz) se opone al campo inducido por el solenoide, es decir, ambos campos magnéticos tienen los polos del mismo signo frente a frente y, por tanto, se repelen. Esto es lo que hace que el anillo “salte” y la altura que alcance dependerá de muchos factores, tales como: la geometría del anillo, su temperatura, la intensidad y variación de la corriente que atraviesa el solenoide, etc.

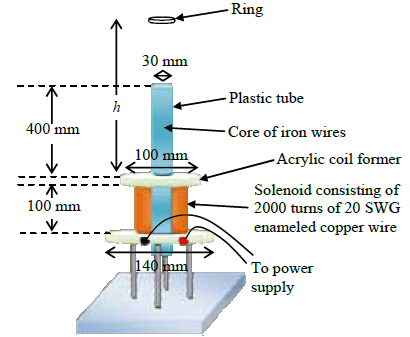


Fig. 1. Diagrama del “Jumping ring”

Este es un experimento memorable que demuestra dos leyes muy importantes del electromagnetismo. Además de ser un experimento que llama la atención de la audiencia que lo observa, es una muy buena opción de proyecto teórico/practico para estudiantes que están cursando alguna asignatura referente al tema.

Para entender bien el funcionamiento teórico del “Jumping ring” es necesario tener claras las leyes que rigen su funcionamiento.

***Ley de induccion de Faraday:***

Dado un campo magnético variable en el tiempo que circula por un material alrededor del cual existe un circuito eléctrico se induce un voltaje en dicho circuito que es proporcional a la velocidad del cambio del campo magnético.

La forma integral de la ley de faraday se muestra a continuación, siendo E el campo eléctrico inducido, B la densidad de campo magnético que circula por el material, dl, dA, c y S hacen parte de la geometría del circuito eléctrico y del material por el que circula el campo magnético.

Dado que la superficie por la que circula el campo es invariable con el tiempo se puede aplicar el teorema de Stockes dando lugar a la forma diferencial de la ley de Faraday mostrada a continución:

***Ley de Lenz:***

La ley de Lenz para el campo electromagnético relaciona cambios producidos en el campo eléctrico en un conductor con la variación de flujo magnético en dicho conductor, y afirma que las tensiones o voltajes inducidos sobre un conductor y los campos eléctricos asociados son de un sentido tal que se oponen a la variación del flujo magnético que las induce. Esta ley se llama así en honor del físico germano-báltico Heinrich Lenz, quien la formuló en el año 1834. En un contexto más general que el usado por Lenz, se conoce que dicha ley es una consecuencia más del principio de conservación de la energía aplicado a la energía del campo electromagnético.

Donde N es el número de vueltas en el circuito y es el flujo a través de cada una de ellas. El signo negativo indica que el voltaje inducido es contrario al flujo que lo produce.

# Lista de entregables

1. Cálculos en MATLAB®
2. Simulaciones usando método de elementos finitos, usando el software Flux 2D®
3. Artículo en formato IEEE (incluye la parte teórico-analítica, desarrollo del trabajo, gráficas de las simulaciones, resultados y conclusiones)

# Plan de acción

El orden de las actividades será el siguiente:

1. Entrega de propuesta del proyecto.
2. Limitación del proyecto
3. Revisión en detalle de la parte teórico-analítica, consultando las referencias.
4. Cálculos analíticos.
5. Revisión e inducción al software a utilizar (Flux2D®)
6. Realización de las simulaciones.
7. Corrección de posibles errores.
8. Elaboración del artículo en formato IEEE.
9. Preparación de entregables.
10. Presentación final.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ACTIVIDAD | Semana del año | | | | | | | | | | | | |
| 2013 | | | | | | | | | | 2014 | | |
| 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 1 | 2 | 3 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Tabla 1. Cronograma de actividades.

# Referencias

1. Fitzgerald A. E., Kingsley Ch., Umans S. D. “Máquinas Eléctricas”. McGraw-Hill, México, 1992.
2. Chapman S. J. “Máquinas eléctricas”, tercera edición, McGraw-Hill, Bogotá, 2000
3. Hall J. "Forces on the Jumping Ring" Division of Science, Penn State Erie-The Behrend College. 1997.
4. Tawapong J., Thamaphat K., Limsuwan S. "Jumping Ring Experiment: Effect of the temperature, non-magnetic material and applied current en the jump height" Departament of Physics, University of Technology Thonburi, Bangkok. 2011.
5. Barry N., Casey R. "Elihu Thomson’s Jumping Ring in a Levitated Closed-Loop Control Experiment". IEEE. 1999.
6. Baylie M., Ford P. J., Mathlin G. P., Palmer, C. "The jumping ring experiment".2009.
7. Universidad de los Andes. "Experimentos demostrativos". Departamento de física. 2012. [En línea] Disponible en: fisicaexpdemostrativos.uniandes.edu.co/AnillosDeThomson.html.
8. Manju S., "Australian Multimedia for Physics Students". 2010. [En línea] Disponible en: http://www.hscphysics.edu.au/resource/JumpingExplained.flv
9. Helman A., "Physics lecture demonstration catalog". 2009. [En línea] Disponible en: http://sirius.ucsc.edu/demoweb/cgi-bin/?e\_m-electmag-jumping\_ring
10. Ramírez-Neria M., García-Antonio J. L., Sira-Ramírez H., Velasco-Villa M., Castro-Linares R. "On the Linear Active Rejection Control of Thomson’s Jumping Ring". American Control Conference. 2013.
11. CEDRAT. "CAD Package for Electromagnetic and Thermal Analysis using Finite Elements". 2006 [En línea] Disponible en: http://www.softwave.cn/pdf/F2D\_920\_Generic\_tutorial.pdf
12. Waschke F., Strunz A., Meyn J. P. "A safe and effective modification of Thomson’s jumping ring experiment". European Journal of Physics. 2012.
13. Bostock-Smith J. M. "The jumping ring and Lenz’s Law -an analysis". Kesgrave High School, UK. 2008.
14. Sadiku, M. “Elementos de Electromagnetismo”. Ed. Alfaomega. Tercera edición. 2003.