

# Mitigación de Armónicos Causados por la Iluminación Led utilizando Filtros Activos.

Andrés Escobar Mejía, Ana Julieth Marín Hurtado, Santiago Rave Restrepo

**Resumen:** En esta propuesta se pretende realizar el análisis e impacto en la red por diferentes tipos de lámpara LED. Este análisis se realiza con el fin de diseñar un filtro activo el cual mitigue estos armónicos. Se hace necesaria la mitigación de los armónicos ya que estos causan problemas a la red relacionados con la calidad de la energía, además de prevenir daños en equipos los cuales son muy sensibles a dichos problemas. Otro punto a evaluar es el impacto que tiene estos armónicos en los transformadores de distribución debido a que sufren acortamiento de la vida útil.

**Palabras claves:** Calidad de la Energía, Filtros Activos, Distorsión armónica, Diodos Emisores de Luz (LED).

## Problema de Investigación

Se estima que la iluminación representa el 20% de demanda de electricidad a nivel mundial [1], la fuente principal de la iluminación ha sido las lámparas incandescentes por más de 100 años debido a su bajo costo, sencillez y durabilidad. No obstante, los principales inconvenientes ha sido la baja eficiencia y baja intensidad luminosa, [2] debido al filamento que contiene ya que presenta altas pérdidas por calentamiento. Nuevas tecnologías como la iluminación usando diodos emisores de luz o *light emitting diodes (LED)* y lámparas fluorescente compactas o *Compact Fluorecent Lamps (CFL)* han mejorado la eficiencia en los sistemas de iluminación.

La iluminación LED se ha convertido en la principal fuente lumínica en áreas residenciales y comerciales debido a ventajas como: larga vida útil, libre de mercurio, alta eficiencia y buena intensidad luminosa, entre otros [2]. Estos tienen 2 veces mejor eficiencia que las lámparas fluorescentes y de 8 a 10 veces más eficientes que las lámparas incandescentes. [3]

Pero el empleo de estos dispositivos al ser de naturaleza no lineal, los parámetros de corriente y tensión se ven afectados por la temperatura, es decir, una pequeña variación en la temperatura provoca una perturbación en los niveles de tensión y corriente para el correcto funcionamiento de estos dispositivos [4].

Para mantener la corriente constante en los dispositivos se necesitan de drivers, los cuales inyectan armónicos en la red haciendo que la onda de tensión y de corriente presenten perturbaciones permanentes.

Los armónicos existentes en las ondas de corriente generan problemas a diferentes equipos del sistema eléctrico de potencia (SEP) por lo cual se hace necesario realizar pruebas a los equipos que están conectados en el sistema para garantizar su funcionamiento bajo umbrales establecidos.

El transformador de subestación es el principal equipo afectado por armónicos debido a que son susceptibles a los armónicos que ocasionan sobrecalentamiento en las bobinas y por tanto pérdida del aislamiento, además de un gran incremento en la temperatura del transformador.

Sin embargo, existen dos estándares internacionales IEC-61000-3-2 y la IEEE-519-1992 que establecen límites máximos de distorsión armónica en corriente y tensión para los usuarios finales y para las compañías distribuidoras [5]. A pesar de estos estándares, en Colombia la comisión de regulación de energía y gas (CREG) en la resolución 096 del 2000 indica “los usuarios conectados a

Andres Escobar Mejia, [andreses1@utp.edu.co](mailto:andreses1@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.

Ana Julieth Marin Hurtado, [anaj@utp.edu.co](mailto:anaj@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.

Santiago Rave Restrepo, [srave@utp.edu.co](mailto:srave@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.

la red podrán seguir las recomendaciones establecidas en la guía IEEE-519-1992 o la que la modifique o sustituya”.

Esto ha obligado a tomar medidas correctivas como los filtros pasivos y activos. Los filtros activos de corriente son unos dispositivos muy eficientes, este se basa en generar corrientes armónicas que al sumarse con los de la red se contrarrestan.

El presente proyecto de investigación pretende establecer la metodología necesaria del cálculo de los parámetros para el diseño filtros activos para reducir el impacto de los armónicos generados por la iluminación LED.

### Referente Teórico

Referente	Aporte
Christian Cruz	La parte de la investigación de los filtros se fundamenta en el artículo “Diseño y Simulación del Control de un Filtro Activo Monofásico Paralelo”. Los coautores de este son: Iván Vaca y Sífifo Falcones.
Azah Mohamed	La parte de la investigación de los diferentes efectos de la iluminación LED se fundamenta en el artículo “En Analysis of Harmonics from Dimmable LED Lamps ”el cual fue escrito por él en compañía de Sohel Uddin, Hussain Shareef. Y publicado en el “2012 IEEE International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO2012), Melaka”
IEC 61000-3-2	Los límites establecidos para la emisión de los armónicos por parte de la iluminación LED es fundamentado por esta norma.

### Objetivos

#### General

- Diseñar un filtros para la reducción de los armónicos producidos por la iluminación LED.

#### Específico

- Analizar el contenido armónico en las formas de onda de voltaje y corriente producidos por la iluminación LED.
- Analizar las diferentes topologías de filtros activos.
- Determinar el filtro más adecuado para la eliminación de armónicos.

### Metodología

La metodología a utilizar se basará en:

- Toma de pruebas de los diferentes tipos de lámparas LED que se estudiarán.
- El análisis de los armónicos producidos por la iluminación LED.
- En base a los resultados obtenidos del análisis del ítem anterior se distinguirán las diferentes componentes armónicas.
- La investigación y análisis de las diferentes topologías de filtros
- Lograr de esta manera el diseño de un filtro óptimo para los diferentes tipos de luminarias LED.

### Resultados esperados

Andres Escobar Mejia, [andreses1@utp.edu.co](mailto:andreses1@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.

Ana Julieth Marin Hurtado, [anaj@utp.edu.co](mailto:anaj@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.

Santiago Rave Restrepo, [srave@utp.edu.co](mailto:srave@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.

Se espera obtener un prototipo de filtro activo, con el fin de tener una onda de corriente y tensión senoidal, reducir la Distorsión Armónica Total (THD), mejorar el factor de potencia y cumplir con los estándares internacionales y nacionales en cuestión de límites permitidos de los armónicos, cuando se emplean los diferentes tipos de iluminación LED estudiados.

### **Impactos**

Al realizar este proyecto se tendrá como beneficio poder implementar el filtro activo, con el fin de cumplir las diferentes normas establecidas por los entes reguladores en el país, se obtendrá una mejor calidad de la energía que trae consigo ondas de corriente con poca distorsión, evitando problemas en los diferentes equipos del sistema eléctrico, por ejemplo, reducción en la pérdidas del transformador, menor calentamiento de este y menores corriente parasitas, además, evitar falsos disparos de las protecciones y evitar daños en el sistema.

### **Bibliografía**

- [1] S. Uddin, H. Shareef, A. Mohamed, M.A. Hannan, " *An Analysis of Harmonics from Dimmable LED Lamps*", International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), Malaysia, June, 2012.
- [2] Y.K. Cheng, K.W.E. Cheng, "General study for using LED to replace traditional lighting devices," in *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> IEEE International Conference on Power Electronics Systems and Applications*, ICPESA, pp.173–177, November, 2006.
- [3] S. Uddin, H. Shareef, A. Mohamed, M. A. Hannan, " *An Analysis of Harmonic Diversity Factors Applied to LED Lamps*", IEEE, 2012.
- [4] Winder, Streve, Elsevier (Ed.), " *Power Supplies for LED Drivers*". Newnes, 2008. –203–216 p.
- [5] Halpin, S.M.: Comparison of IEEE and IEC harmonic standards, 2005, p. 2214 – 2216 Vol. 3

Universidad	Universidad Tecnológica de Pereira
Programa Académico	Ingeniería Eléctrica
Nombre del Semillero	Electrónica de Potencia y Conversión de Energía Electromecánica
Nombre del Grupo de investigación Investigación (si aplica)	Electrónica de Potencia
Línea de Investigación (si aplica)	Calidad de la Energía
Nombre del Tutor del Semillero	Andrés Escobar Mejía
Email Tutor	<a href="mailto:andreses1@utp.edu.co">andreses1@utp.edu.co</a>
Título del Proyecto	Mitigación de Armónicos Causados por la Iluminación Led utilizando Filtros Activos.
Autores del Proyecto	
Ponente (1)	Ana Julieth Marín Hurtado
Documento de Identidad	1089747453
Email	<a href="mailto:anaj@utp.edu.co">anaj@utp.edu.co</a>
Ponente (2)	Santiago Rave Restrepo
Documento de Identidad	1088300615
Email	<a href="mailto:srave@utp.edu.co">srave@utp.edu.co</a>
Teléfonos de Contacto	3136540940-3148292552
Nivel de formación de los estudiantes ponentes (Semestre)	Pregrado
MODALIDAD	PÓSTER
Área de la investigación (seleccionar una- Marque con una x)	• Propuesta de Investigación
	• Ciencias Naturales
	• Ingenierías y Tecnologías <b>X</b>
	• Ciencias Médicas y de la Salud.
	• Ciencias Agrícolas
	• Ciencias Sociales
	• Humanidades
• Artes, arquitectura y diseño	

Andres Escobar Mejia, [andreses1@utp.edu.co](mailto:andreses1@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.  
Ana Julieth Marin Hurtado, [anaj@utp.edu.co](mailto:anaj@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.  
Santiago Rave Restrepo, [srave@utp.edu.co](mailto:srave@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.

# Mitigación de Armónicos Causados por Iluminación Led utilizando Filtros Activos

Ana Julieth Marín Hurtado<sup>1</sup>, Santiago Rave Restrepo<sup>2</sup>, Andrés Escobar Mejía<sup>3</sup>  
 Departamento de Ingeniería Eléctrica  
 Universidad Tecnológica de Pereira  
 Pereira, Risaralda, Colombia  
<sup>1</sup>anaj@utp.edu.co, <sup>2</sup>rave@utp.edu.co, <sup>3</sup>andreses1@utp.edu.co

## Problema de Investigación

Se estima que la iluminación representa el 20% de demanda de electricidad a nivel mundial [1], la fuente principal de la iluminación ha sido las lámparas incandescentes por más de 100 años debido a su bajo costo, sencillez y durabilidad. No obstante, los principales inconvenientes ha sido la baja eficiencia y baja intensidad luminosa, [2] debido al filamento que contiene ya que presenta altas pérdidas por calentamiento. Nuevas tecnologías como la iluminación usando diodos emisores de luz o *light emitting diodes (LED)* y lámparas fluorescente compactas o *Compact Fluorescent Lamps (CFL)* han mejorado la eficiencia en los sistemas de iluminación.

La iluminación LED se ha convertido en la principal fuente luminica en áreas residenciales y comerciales debido a ventajas como: larga vida útil, libre de mercurio, alta eficiencia y buena intensidad luminosa, entre otros [2]. Estos tienen 2 veces mejor eficiencia que las lámparas fluorescentes y de 8 a 10 veces más eficientes que las lámparas incandescentes. [3]

Pero el empleo de estos dispositivos al ser de naturaleza no lineal, los parámetros de corriente y tensión se ven afectados por la temperatura, es decir, una variación en la temperatura provoca una perturbación en los niveles de tensión y corriente para el correcto funcionamiento de estos dispositivos [4].

Para mantener la corriente constante en los dispositivos se necesitan de drivers, los cuales inyectan armónicos en la red haciendo que la onda de tensión y de corriente presenten perturbaciones permanentes.

Los armónicos existentes en las ondas de corriente generan problemas a diferentes equipos del sistema eléctrico de potencia (SEP) por lo cual se hace necesario realizar pruebas a los equipos que están conectados en el sistema para garantizar su funcionamiento bajo umbrales establecidos.

El transformador de subestación es el principal equipo afectado por armónicos debido a que son susceptibles a los armónicos que ocasionan sobrecalentamiento en las bobinas y por tanto pérdida del aislamiento, además de un gran incremento en la temperatura del transformador.

Sin embargo, existen dos estándares internacionales IEC-61000-3-2 y la IEEE-519-1992 que establecen límites máximos de distorsión armónica en corriente y tensión para los usuarios finales y para las compañías distribuidoras [5]. A pesar de estos estándares, en Colombia la comisión de regulación de energía y gas (CREG) en la resolución 096 del 2000 indica "los usuarios conectados a la red podrán seguir las recomendaciones establecidas en la guía IEEE-519-1992 o la que la modifique o sustituya".

Esto ha obligado a tomar medidas correctivas como los filtros pasivos y activos. Los filtros activos de corriente son unos dispositivos muy eficientes, este se basa en generar corrientes armónicas que al sumarse con los de la red se contrarrestan.

## Objetivos

### General

- Diseñar un filtro para la reducción de los armónicos producidos por la iluminación LED.

### Específico

- Analizar el contenido armónico en las formas de onda de voltaje y corriente producidos por la iluminación LED.
- Analizar las diferentes topologías de filtros activos.

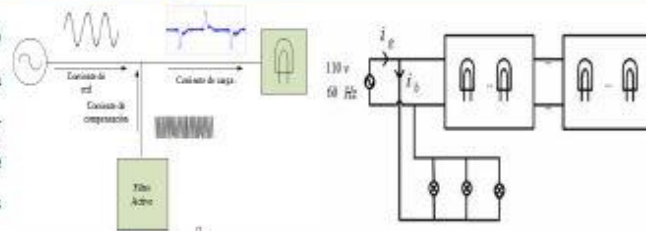
## Resultados Esperados

Se espera obtener un prototipo de filtro activo, con el fin de tener una onda de corriente y tensión senoidal, reducir la Distorsión Armónica Total (THD), mejorar el factor de potencia y cumplir con los estándares internacionales y nacionales en cuestión de límites permitidos de los armónicos, cuando se emplean los diferentes tipos de iluminación LED estudiantos.

## Metodología

La metodología a utilizar se basará en:

- Toma de pruebas de los diferentes tipos de lámparas LED que se estudiarán.
- El análisis de los armónicos producidos por la iluminación LED.
- En base a los resultados obtenidos del análisis del ítem anterior se distinguirán las diferentes componentes armónicas.
- La investigación y análisis de las diferentes topologías de filtros
- Lograr de esta manera el diseño de un filtro óptimo para los diferentes tipos de luminarias LED.



## Bibliografía

- [1] S. Uddin, H. Sharief, A. Mohamed, M.A. Hannan, "An Analysis of Harmonics from Dimmable LED Lamps", International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), Malaysia, June, 2012.
- [2] Y.K. Cheng, K.W.E. Cheng, "General study for using LED to replace traditional lighting devices," in *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> IEEE International Conference on Power Electronics Systems and Applications, ICPEA*, pp.173-177, November, 2006.
- [3] S. Uddin, H. Sharief, A. Mohamed, M. A. Hannan, "An Analysis of Harmonic Diversity Factors Applied to LED Lamps", IEEE, 2012.
- [4] Winder, Steve, Elsevier (Ed.), "Power Supplies for LED Drivers". Newnes, 2008. -203-216 p.
- [5] Halpin, S.M.: Comparison of IEEE and IEC harmonic standards, 2005, p. 2214 - 2216 Vol. 3.

Andrés Escobar Mejía, [andreses1@utp.edu.co](mailto:andreses1@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.  
 Ana Julieth Marín Hurtado, [anaj@utp.edu.co](mailto:anaj@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.  
 Santiago Rave Restrepo, [rave@utp.edu.co](mailto:rave@utp.edu.co), Universidad Tecnológica de Pereira.