



# Title: Power quality analysis in Durango’s sewage treatment plant

## Author: SIFUENTES-GODOY, DAVID ALEJANDRO

Editorial label **ECORFAN: 607-8695**  
BCIERMMI Control Number: 2022-01  
BCIERMMI Classification (2022): 261022-0001

**Pages: 13**  
**RNA: 03-2010-032610115700-14**

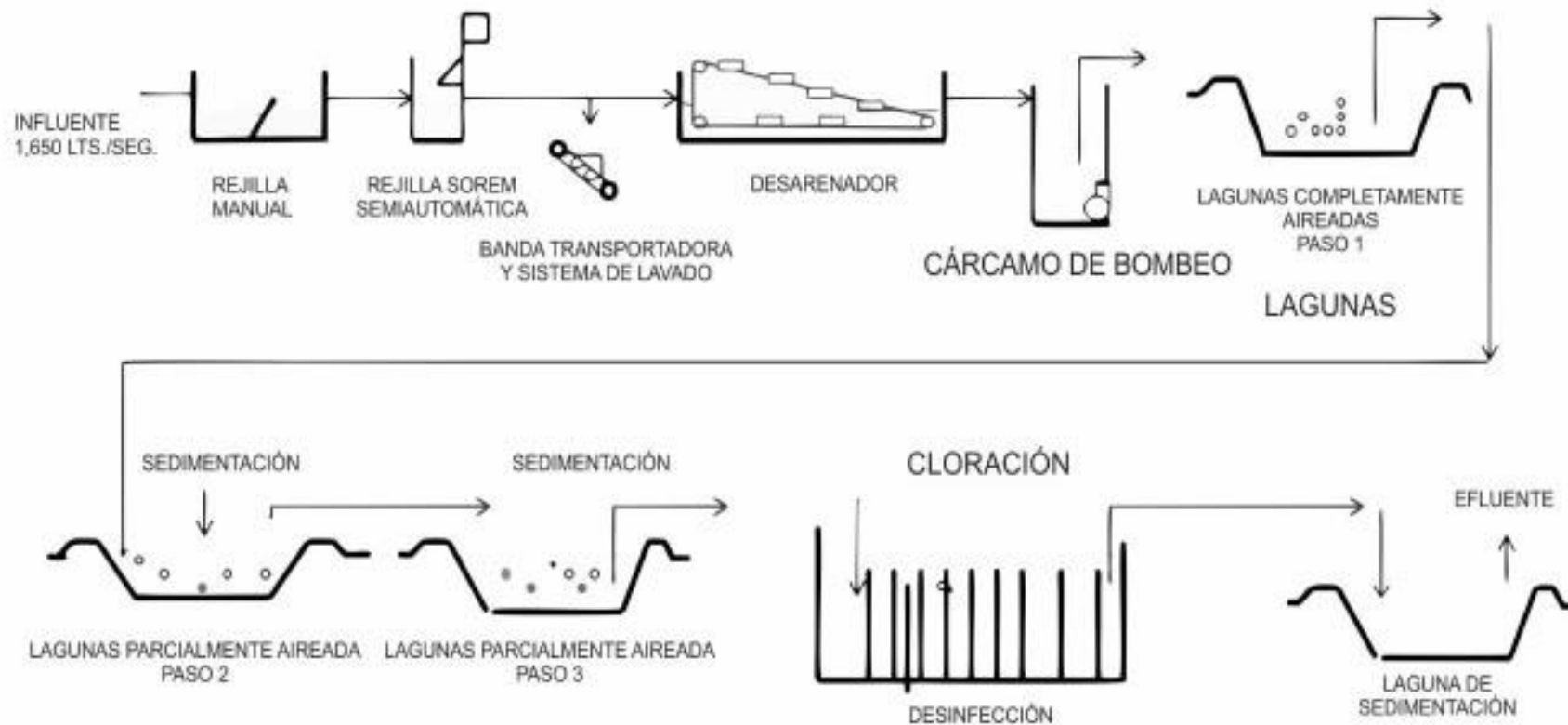
**ECORFAN-México, S.C.**  
143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: [contacto@ecorfan.org](mailto:contacto@ecorfan.org)  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: [@EcorfanC](https://twitter.com/EcorfanC)

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# INTRODUCCIÓN

## Aguas del municipio de Durango



El volumen tratado por esta planta es de 45,186,272 m<sup>3</sup>/año, con una capacidad de 2,000 L.P.S y un promedio de 1,650 L.P.S.

# Características eléctricas del sistema

6 motores de 400hp cada uno aproximadamente, alimentados por un servicio en media tensión, con dos transformadores de 2,500 KVA, uno de ellos en operación y el segundo como respaldo.

*Soplador Tipo A*

Potencia	400 hp
Voltaje	460 v
Frecuencia	60 hz
Corriente	454 a
Factor de potencia	90

Motor de inducción  
Electrónica de potencia

Capacitor de 80 KVAR

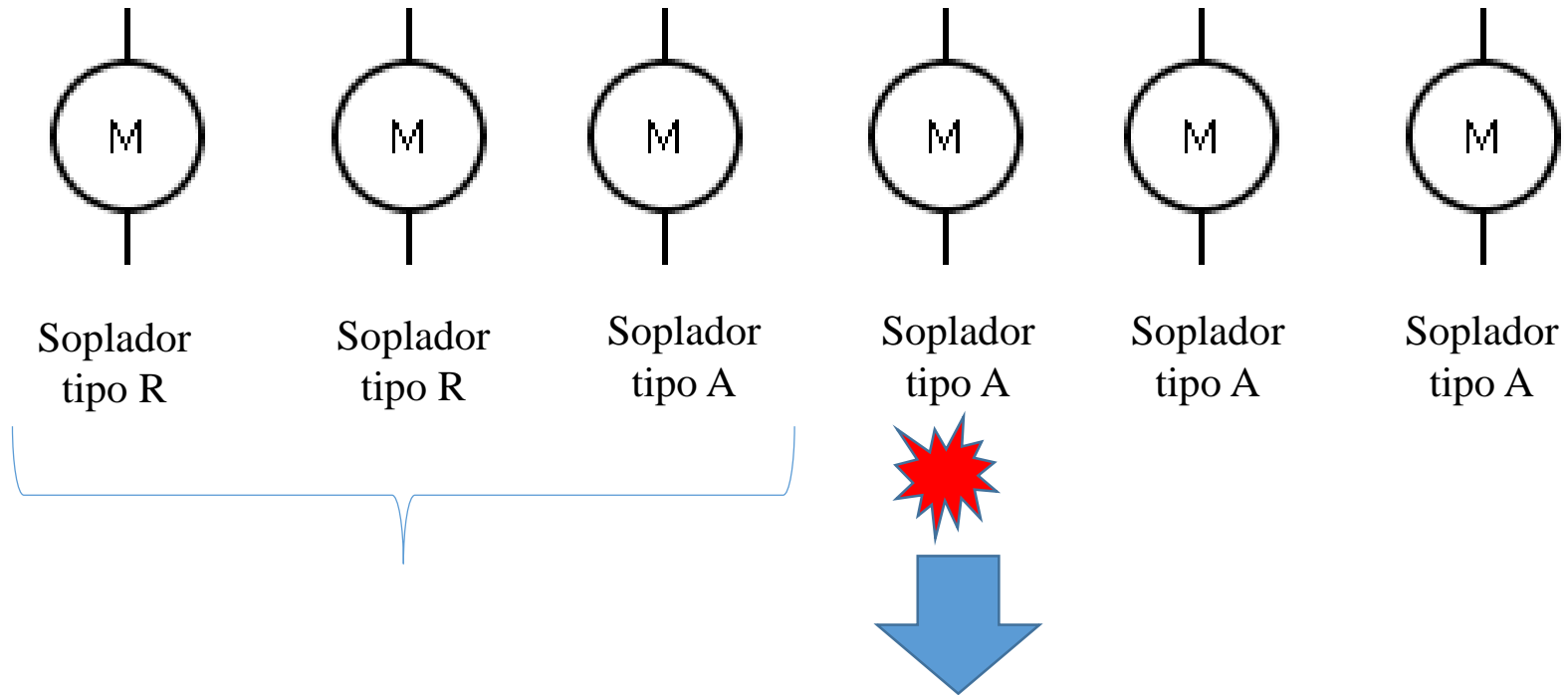
*Soplador Tipo B*

Potencia	350 hp
Voltaje	460 v
Frecuencia	60 hz
Corriente	377 a
Factor de potencia	90.3

Motor de inducción  
“tradicional”

Los 6 motores (sopladores) son utilizados para inyectar aire a las lagunas de tratamiento, 4 de ellos son exactamente iguales y son denominados tipo A y los dos restantes presentan características similares y son denominados tipo R.

# Planteamiento del problema

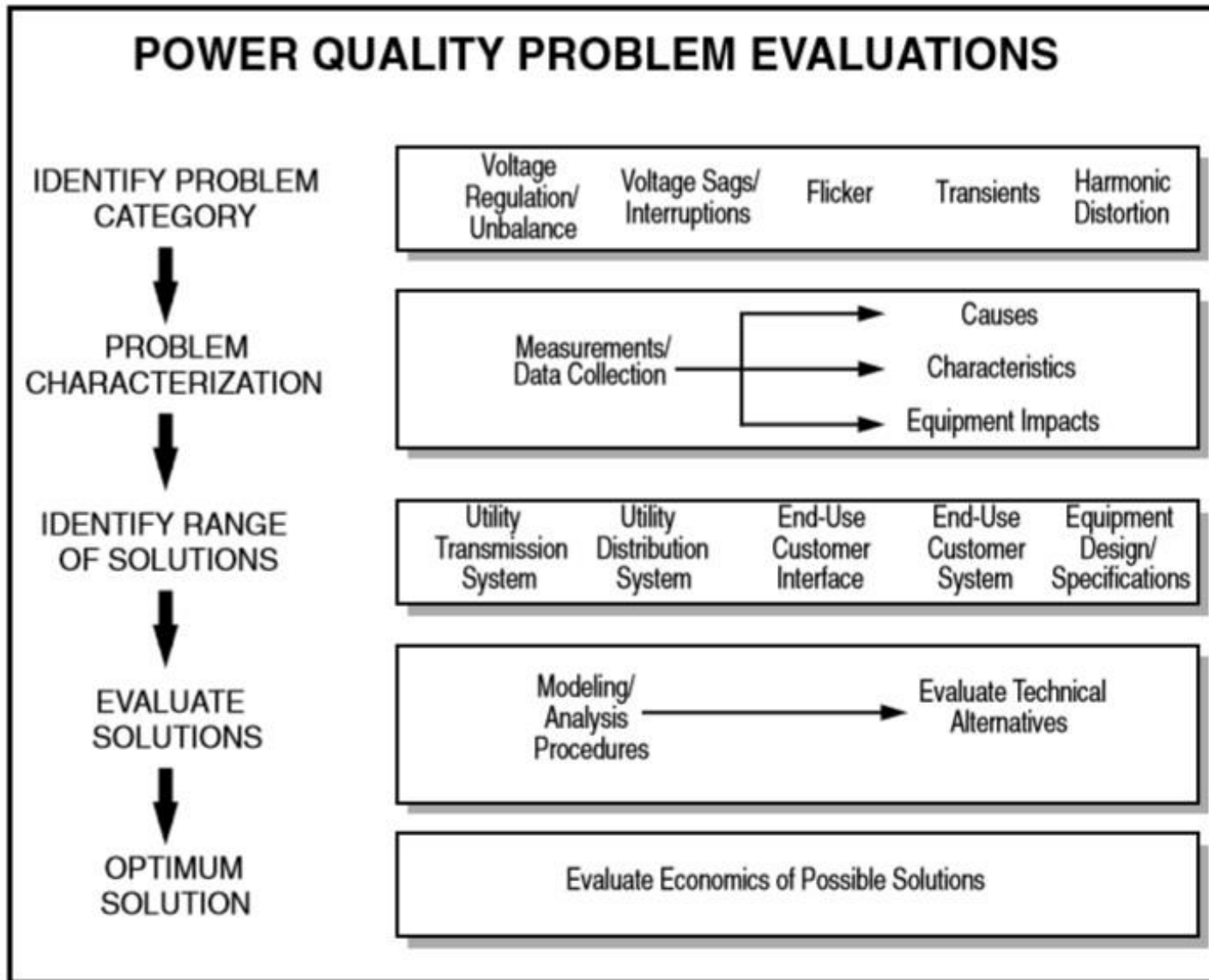


- Activaciones de las protecciones de temperatura.
- Pérdida de fase
- Protecciones térmicas

Hipótesis: Posible presencia de armónicos fuera de los rangos establecidos, producidos por la electrónica de potencia de los sopladores tipo A y que probablemente estén produciendo distorsión y aumento de la señal de voltaje y corriente así como una posible resonancia con los capacitores instalados en cada soplador.

Objetivo: Realizar un análisis de la calidad de la energía eléctrica en máquinas eléctricas de la PTAR de Aguas del Municipio de Durango, a través de equipo especializado y con base en estándares internacionales, en el punto de acoplamiento común y en las máquinas eléctricas rotantes.

# METODOLOGÍA

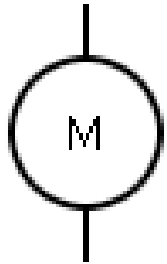


Las mediciones: analizador de potencia trifásico **Fluke modelo 432-II**, número de serie 26093004.

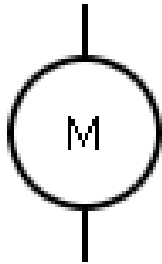
Debido a que el proceso no sufre cambios considerables durante su operación, es decir, no es necesario un control de velocidad durante la operación, no es requerida la variación de torque y por lo tanto de voltajes y/o corrientes durante el proceso de aireación, etc.

Se estimó que con **10 días de medición** equivalentes a **203 horas** se puede explicar y detallar las fallas del sistema.

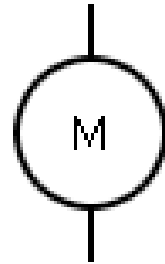
# RESULTADOS



Soplador tipo R

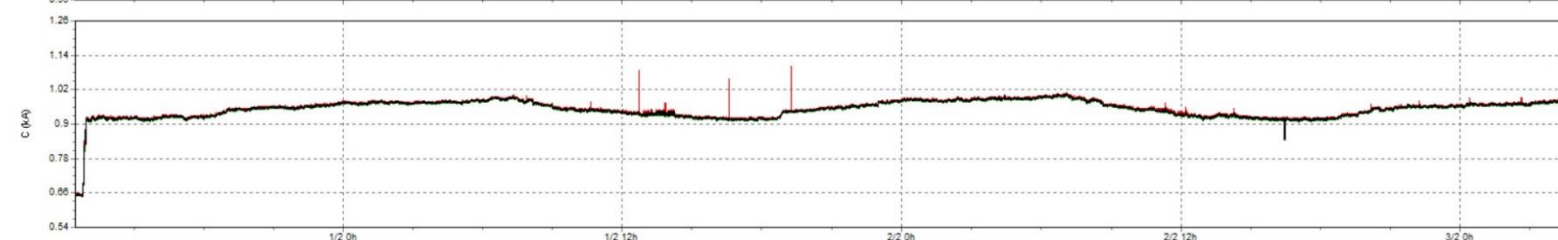
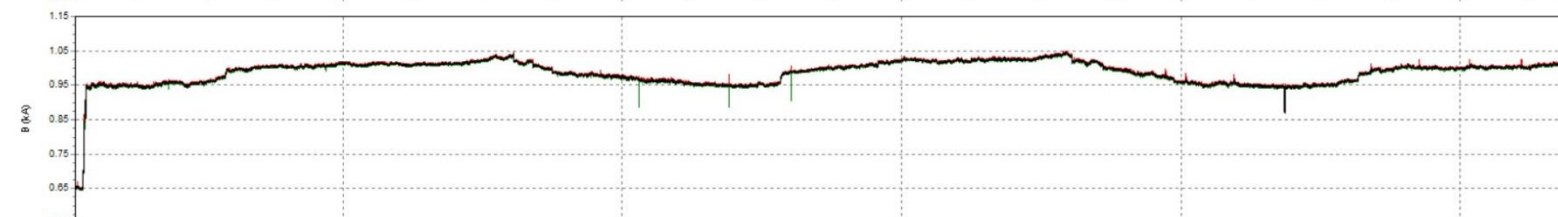
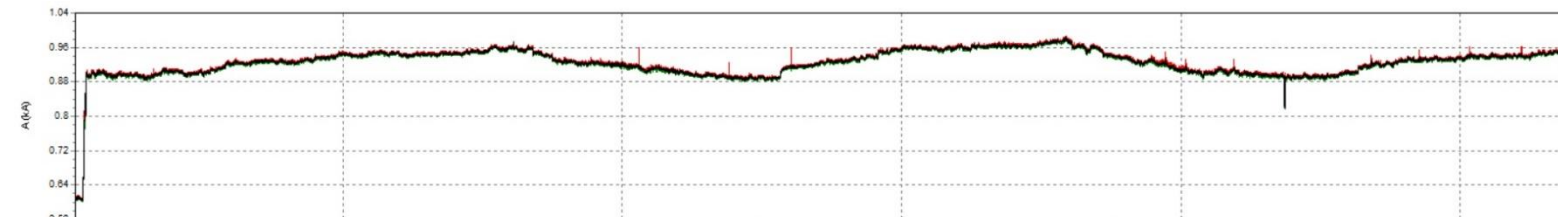
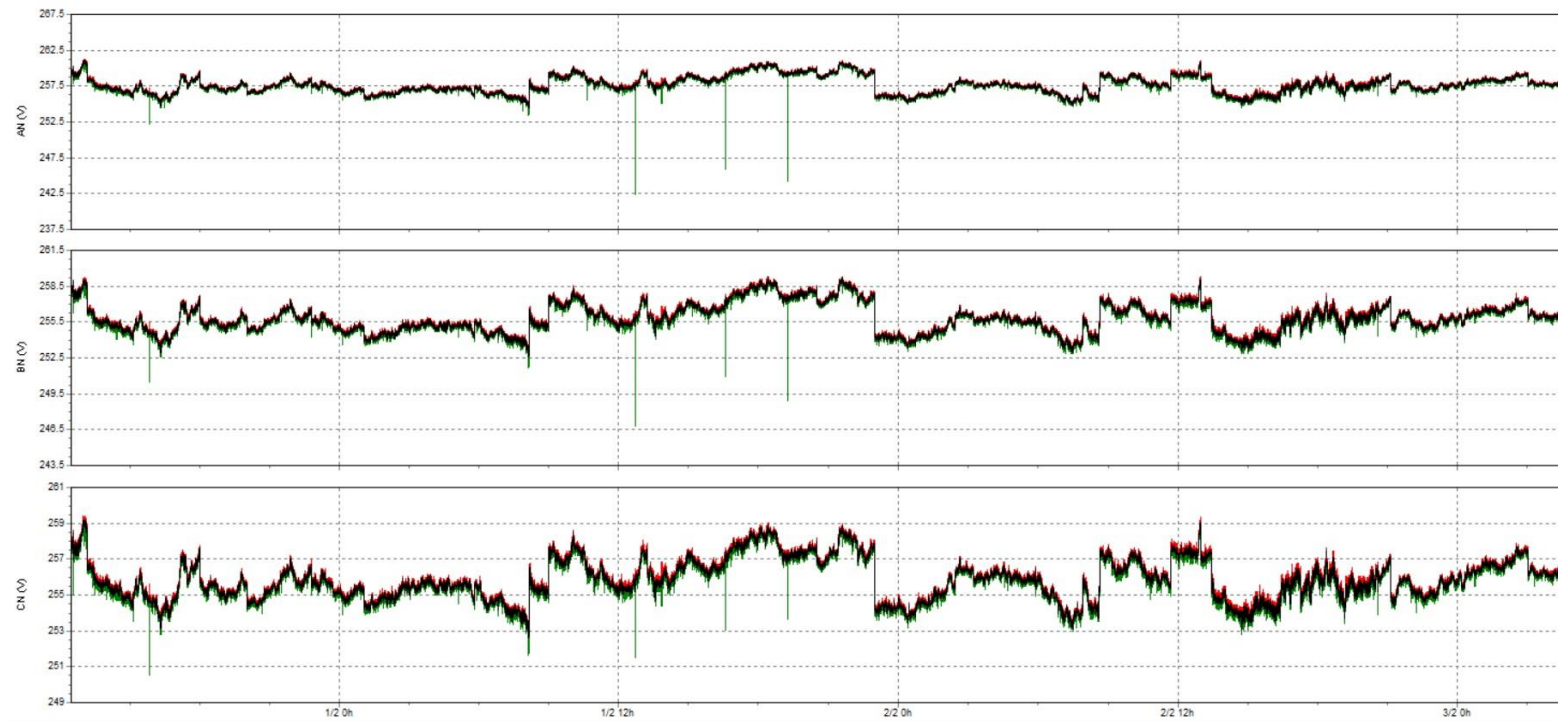


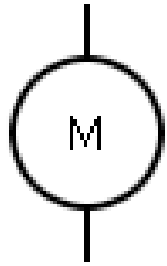
Soplador tipo R



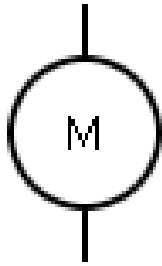
Soplador tipo A

Voltaje de fase promedio	256.63v
Corriente de línea promedio	936.75a
Potencia total	645.228 kW
FP. total	0.96
Energía activa	58739.148 kWh



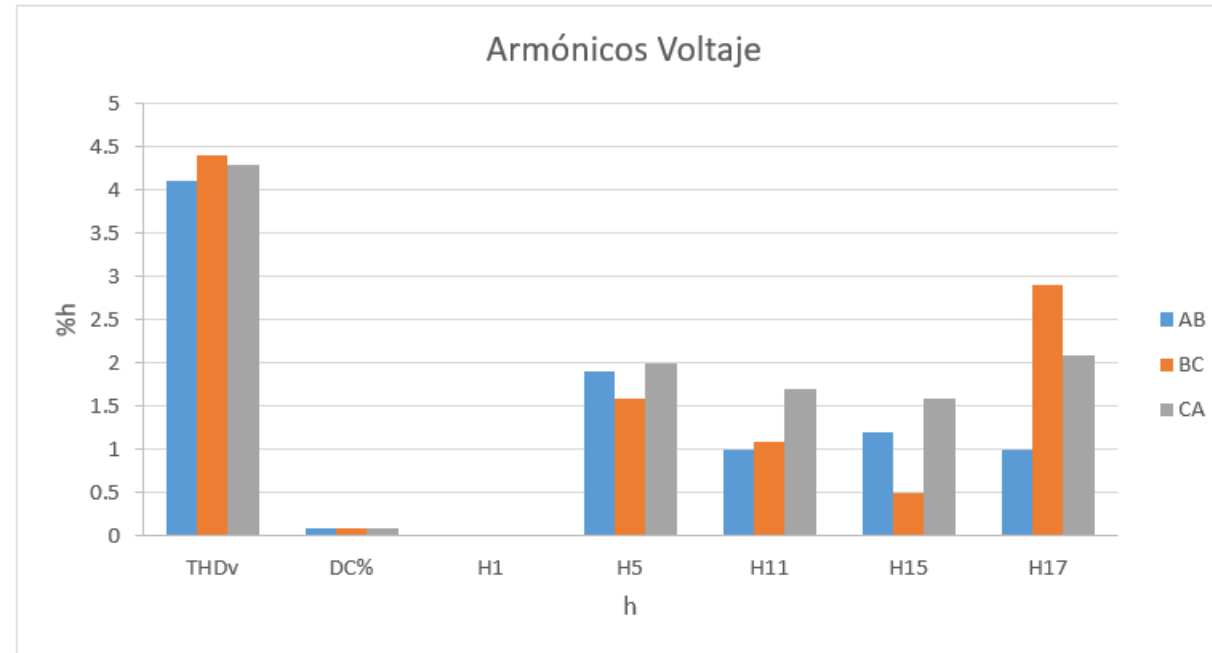


Soplador tipo R

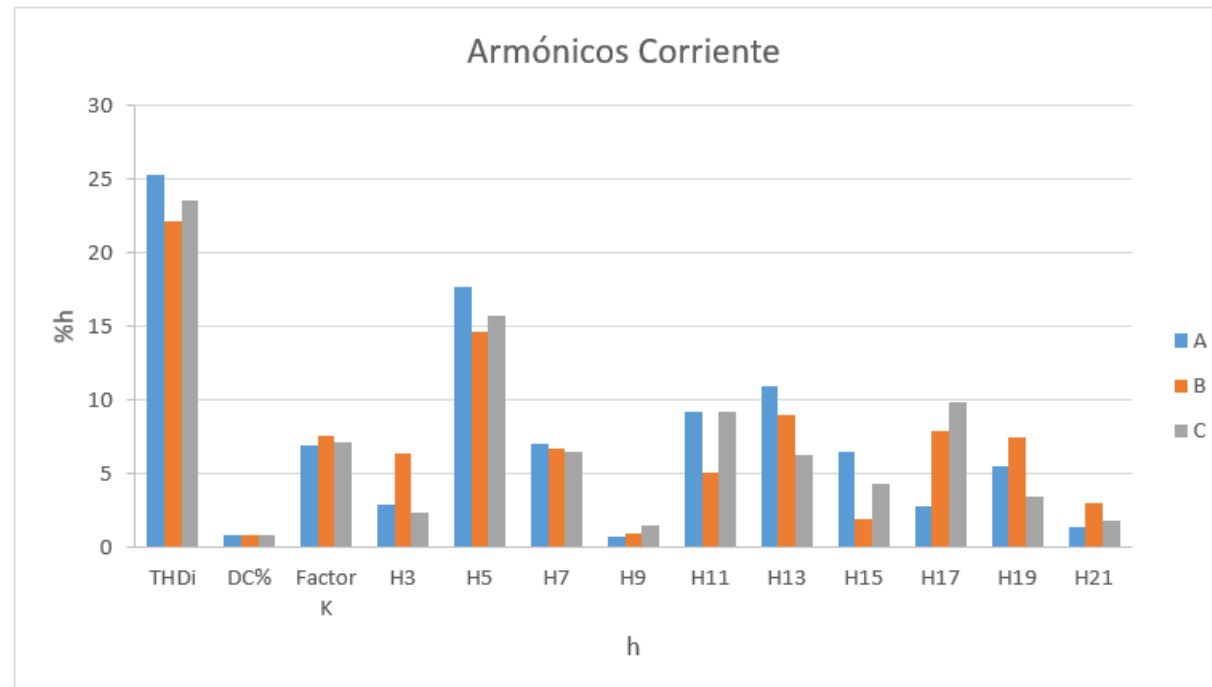


Soplador tipo A

Voltaje de línea promedio	445.747v
Corriente de línea promedio	622.517a
Frecuencia	59.98 Hz
THD <sub>v</sub>	4.28
THD <sub>i</sub>	23.58



IEEE 519-2014  
THD<sub>v</sub> < 5%

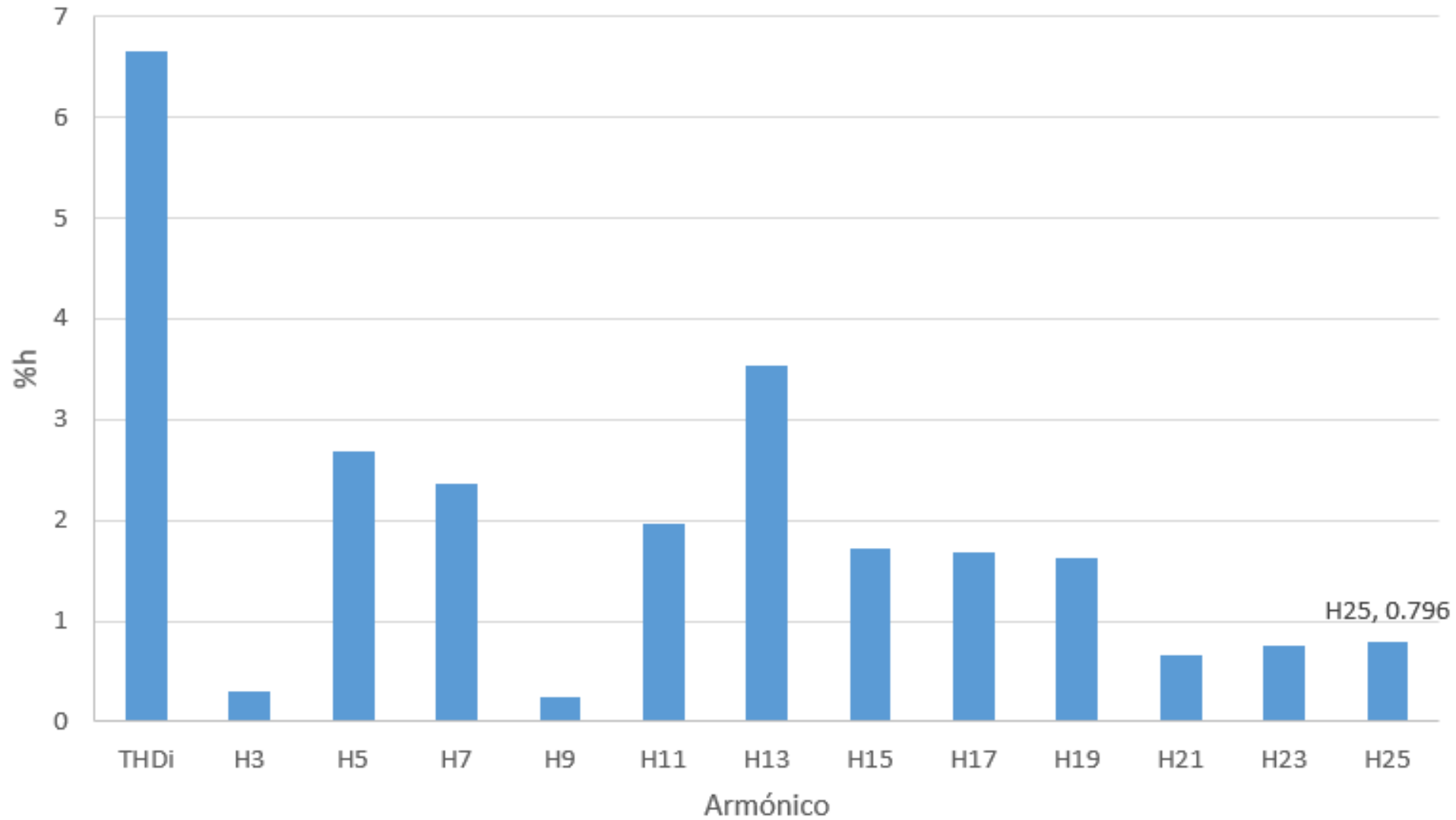


IEEE 519-2014  
THD<sub>i</sub> < 5%  
h<sub>11</sub> < 4%  
h<sub>11</sub>-h<sub>17</sub> < 2%  
h<sub>17</sub>-h<sub>23</sub> < 1.5%

$$\frac{I_{sc}}{I_l} = 8.89$$

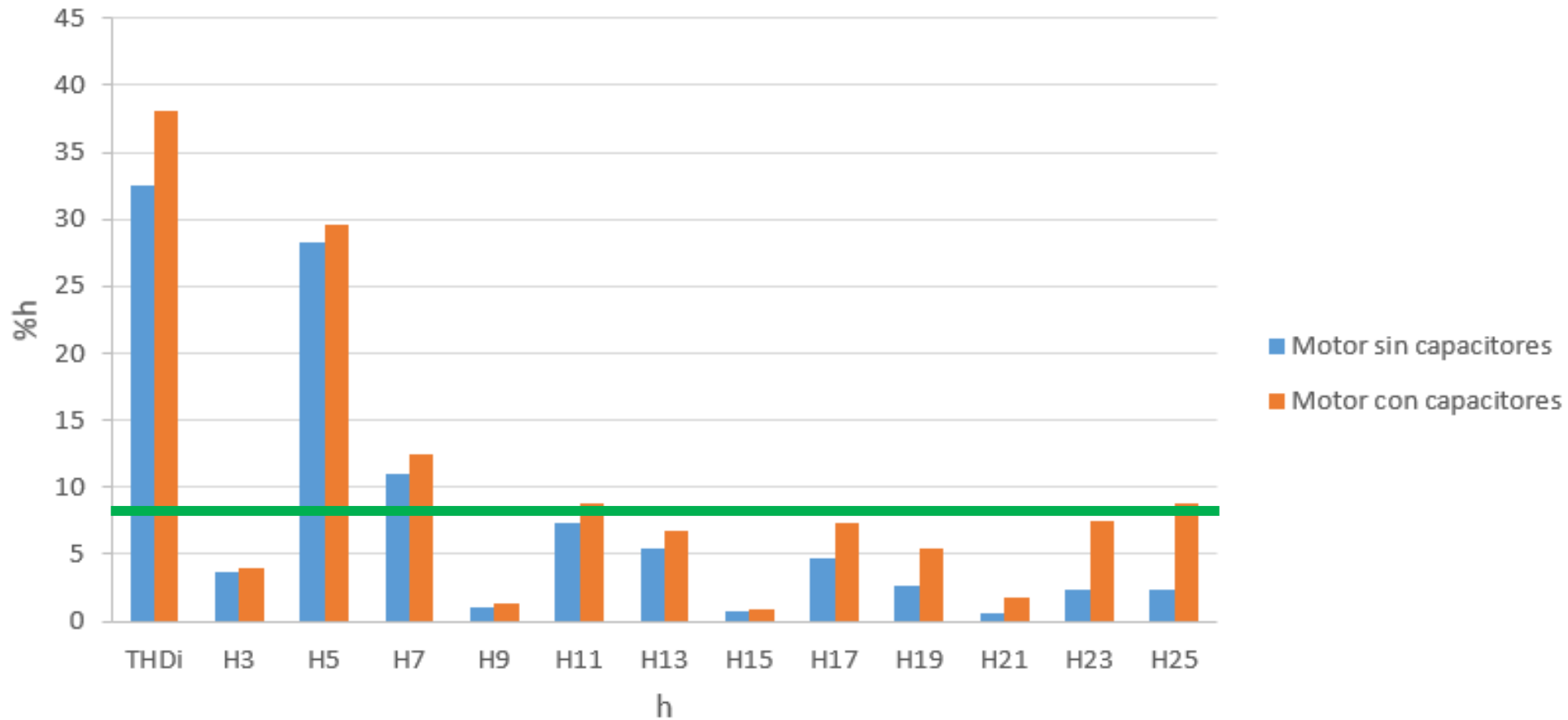


# Espectro armónico de corriente para motor R con capacitores



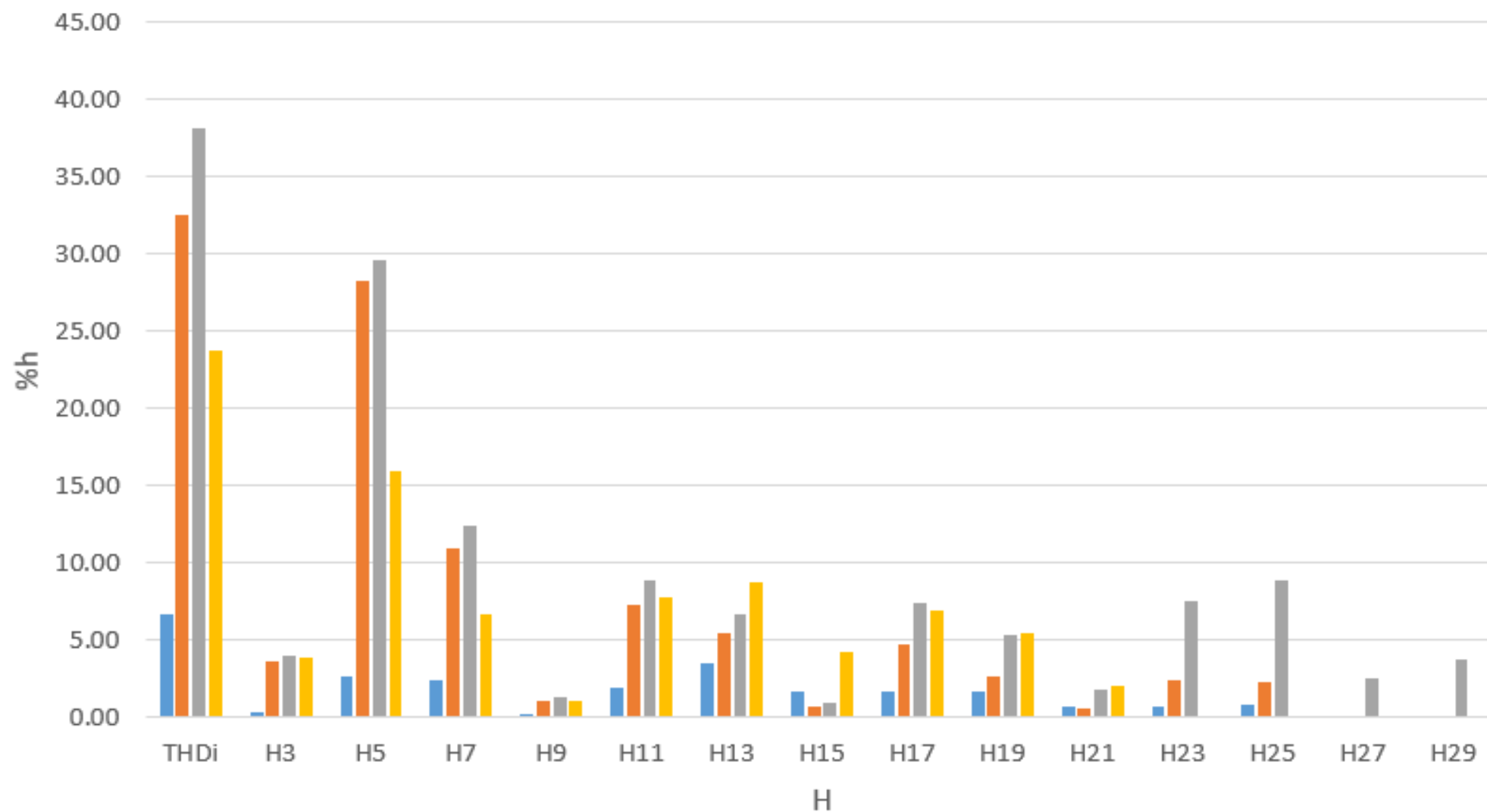
IEEE 519-2014  
THDi < 8%

### Comparativo armónicos en Motor tipo A con y sin capacitores



IEEE 519-2014  
THDi < 8%

## Comparativo amónicos de corriente en diferentes operaciones



Motor R c/capacitores

Motor A s/capacitores

Motor A c/capacitores

Motor R y motor A  
c/capacitores

# CONCLUSIONES

Estamos en posibilidades de concluir que las fallas indicadas con antelación son provocadas por el uso del motor tipo A. Este motor al tener electrónica de potencia es una fuente de armónicos mismos que son amplificados por el banco de capacitores, aunado a esto se observa que el motor tipo R al operar en conjunto con el tipo A compensa el contenido armónico disminuyéndolo, esto provocado por el tipo de armónicos que genera cada motor, armónicos de secuencia negativa y armónicos de secuencia positiva.

Los armónicos generados por el motor tipo A son de secuencia positiva y negativa siendo el más grande de secuencia negativa (h5), esto provoca que el motor experimente pequeños giros en sentido contrario al giro normal del motor, lo que puede provocar que se dispare la falla de pérdida de fase, así mismo los armónicos de secuencia positiva provocan el aumento general de la corriente en el sistema.

# RECOMENDACIONES

Se recomienda en un primer momento la **desconexión del banco de capacitores** del motor tipo A debido a que está amplificando el contenido armónico generado, esto no afectaría en la compensación de potencia reactiva ya que el motor por si solo tiene un factor de potencia adecuado.

En un segundo momento la implementación de un **filtro pasivo sintonizado** para el motor tipo A para los armónicos 5, 7, 11, 17, 19, 23 y 25

# REFERENCIAS

- I.- SIFUENTES, David, MARTÍNEZ, Estrella y BERUMEN, Giovanni. Diseño e implementación de metodología para la elaboración de diagnósticos energéticos. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería 2016, 3-8: 1-8  
[http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones\\_de\\_la\\_Ingenieria/vol3num8/Revista\\_Aplicaciones\\_de\\_la\\_Ingenieria\\_V3\\_N8\\_1.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol3num8/Revista_Aplicaciones_de_la_Ingenieria_V3_N8_1.pdf)
- II.- Santoso, Surya, Mark F. McGranaghan, Roger C. Dugan, and H. Wayne Beaty. 2012. *Electrical Power Systems Quality*. 3rd ed. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071761550>.
- III.- Enriquez Harper, J. (2004). El ABC de la calidad de la energía eléctrica. México: Limusa.  
[https://www.academia.edu/77725625/El\\_ABC\\_de\\_la\\_Calidad\\_de\\_la\\_Energia\\_Electrica\\_Enriquez\\_Harper](https://www.academia.edu/77725625/El_ABC_de_la_Calidad_de_la_Energia_Electrica_Enriquez_Harper)
- IV.- IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems. (24 de marzo de 2014). IEEE Power and Energy Society.  
[https://www.academia.edu/32169606/IEEE\\_Recommended\\_Practice\\_and\\_Requirements\\_for\\_Harmonic\\_Control\\_in\\_Electric\\_Power\\_Systems\\_IEEE\\_Power\\_and\\_Energy\\_Society](https://www.academia.edu/32169606/IEEE_Recommended_Practice_and_Requirements_for_Harmonic_Control_in_Electric_Power_Systems_IEEE_Power_and_Energy_Society)
- V.- Kusko, Alexander. 2007. *Power Quality in Electrical Systems*. 1st ed. New York: McGraw-Hill.  
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071470759>.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/booklets](http://www.ecorfan.org/booklets))