

Compensación reactiva óptima para minimización de pérdidas eléctricas utilizando compensadores estáticos de voltio amperios reactivos

PROBLEMA

En el sistema eléctrico de Ecuador (modelo IEEE 14 barras), se aborda un desafío clave de compensación reactiva mediante la instalación estratégica de condensadores y SVC, optimizando la estabilidad y eficiencia del sistema ante variaciones estacionales y fuentes intermitentes

OBJETIVO GENERAL

Optimizar la compensación reactiva en una red eléctrica mediante la instalación y control de compensadores estáticos de voltio-amperios reactivos (VARs) minimizando las pérdidas eléctricas y mejorando la eficiencia del sistema.

PROPIUESTA

Este proyecto tiene como objetivo principal mejorar las pérdidas eléctricas en el sistema nacional de Ecuador a través de la implementación de un modelo matemático basado en PSO (Optimización de Enjambre de Partículas). El PSO es un sistema en constante evolución, adaptándose periódicamente para optimizar el rendimiento del sistema ante variaciones en las cargas durante el día. El modelo matemático se centra en la construcción de un flujo de potencia para un sistema IEEE de 14 barras, estableciendo esta configuración como nuestra función objetivo.

Las ventajas de este enfoque son significativas. En primer lugar, la aplicación del modelo PSO contribuirá a la reducción de pérdidas eléctricas, mejorando así la calidad del servicio eléctrico para los consumidores. Al mismo tiempo, este enfoque también impactará positivamente en la parte económica, aumentando los ingresos anuales al optimizar la eficiencia del sistema eléctrico.

RESULTADOS

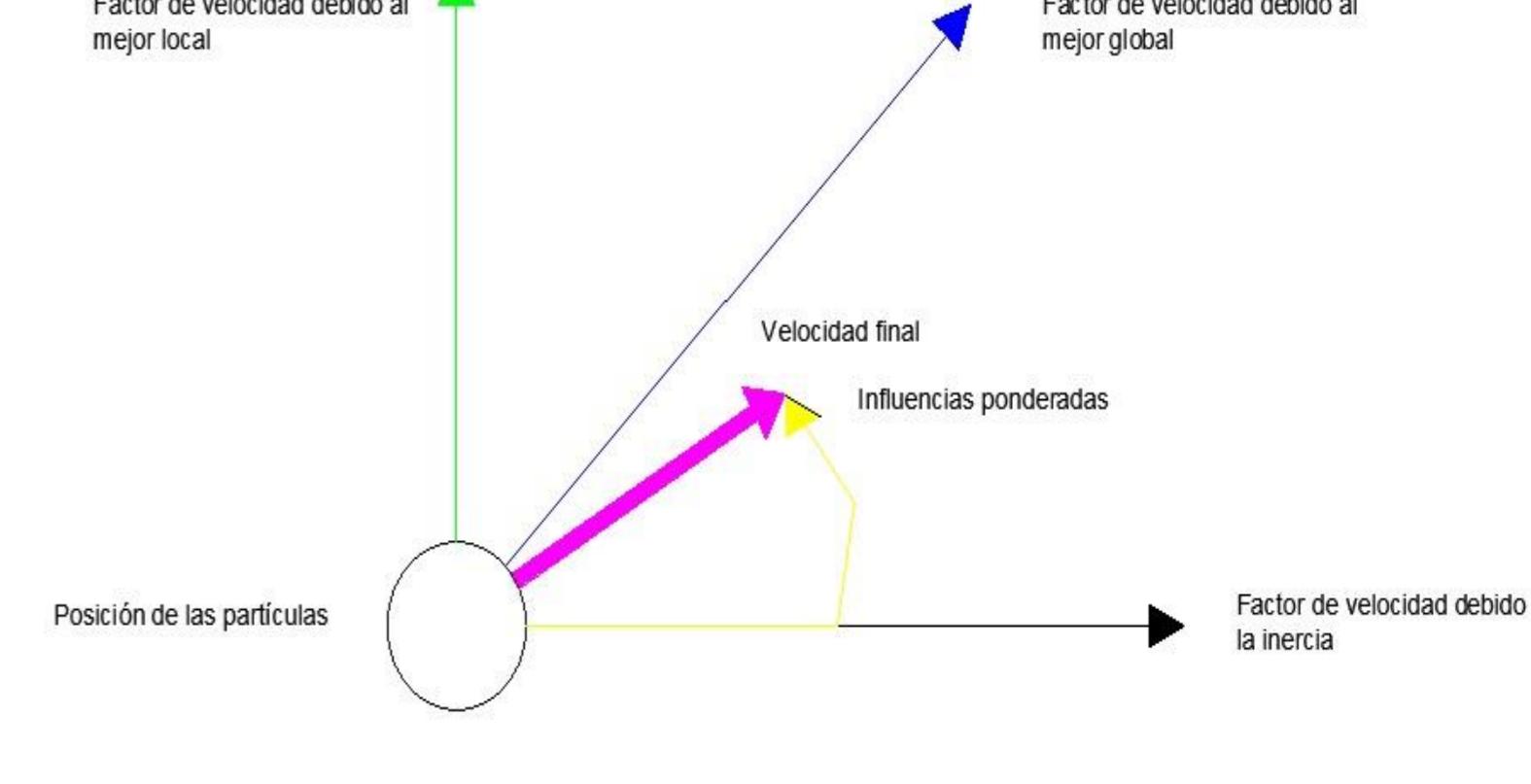
El perfil de carga eléctrica muestra eficiencia en horas nocturnas y picos de ineficiencia durante las horas comerciales. Se sugiere optimizar la compensación reactiva para gestionar la demanda pico. Los perfiles de carga SVC1 a SVC5 revelan el impacto positivo de los capacitores en la distribución de carga, con SVC3 a SVC5 indicando una mejor regulación. Evaluar estos perfiles es esencial para optimizar estrategias, ajustar algoritmos y reducir pérdidas y costos asociados a la energía reactiva. La configuración óptima indica la colocación precisa de capacitores en puntos críticos del sistema. Se identifican las barras 3 y 14 como prioritarias para la compensación de potencia reactiva, recomendando la instalación de cuatro y tres capacitores respectivamente. Las barras 6, 7 y 4 requieren un capacitor cada una, indicando una demanda menos intensiva. Las posiciones restantes no necesitan capacitores adicionales, logrando una distribución de carga balanceada.

Mejor Solución (MVAR)					
Opciones	Barra 3	Barra 4	Barra 6	Barra 7	Barra 14
Capacitores	4	3	1	3	2
SVC	1,5998	0,1353	0,201	0,1286	1,2783

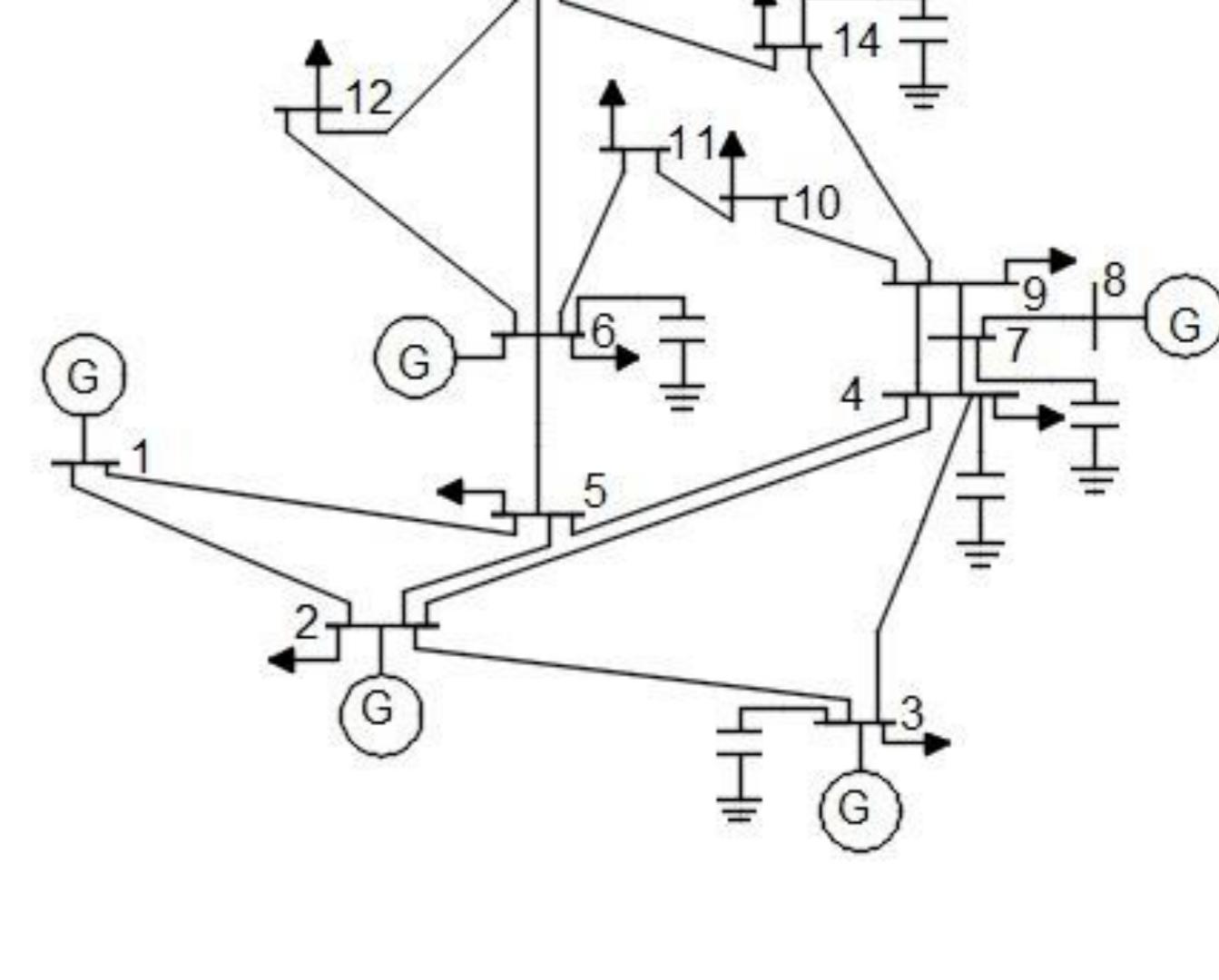
Solución del caso de estudio para reducir pérdidas.

CONCLUSIONES

- La optimización de la compensación reactiva se revela como una herramienta eficaz para reducir pérdidas en redes eléctricas. El empleo de modelos heurísticos en la colocación y control de compensadores VARs ha demostrado una reducción satisfactoria de pérdidas en sistemas de 14 barras, indicando un potencial prometedor para su implementación, especialmente en entornos con crecimiento de demanda eléctrica y complejidad de red.
- Se ha comprobado que la optimización de la compensación reactiva es efectiva para reducir las pérdidas en las redes eléctricas. Además de lograr el objetivo inicial, el uso de modelos heurísticos para ubicar y controlar compensadores VAR ha resultado en una disminución de pérdidas que cumple con las expectativas en este tipo de sistemas.



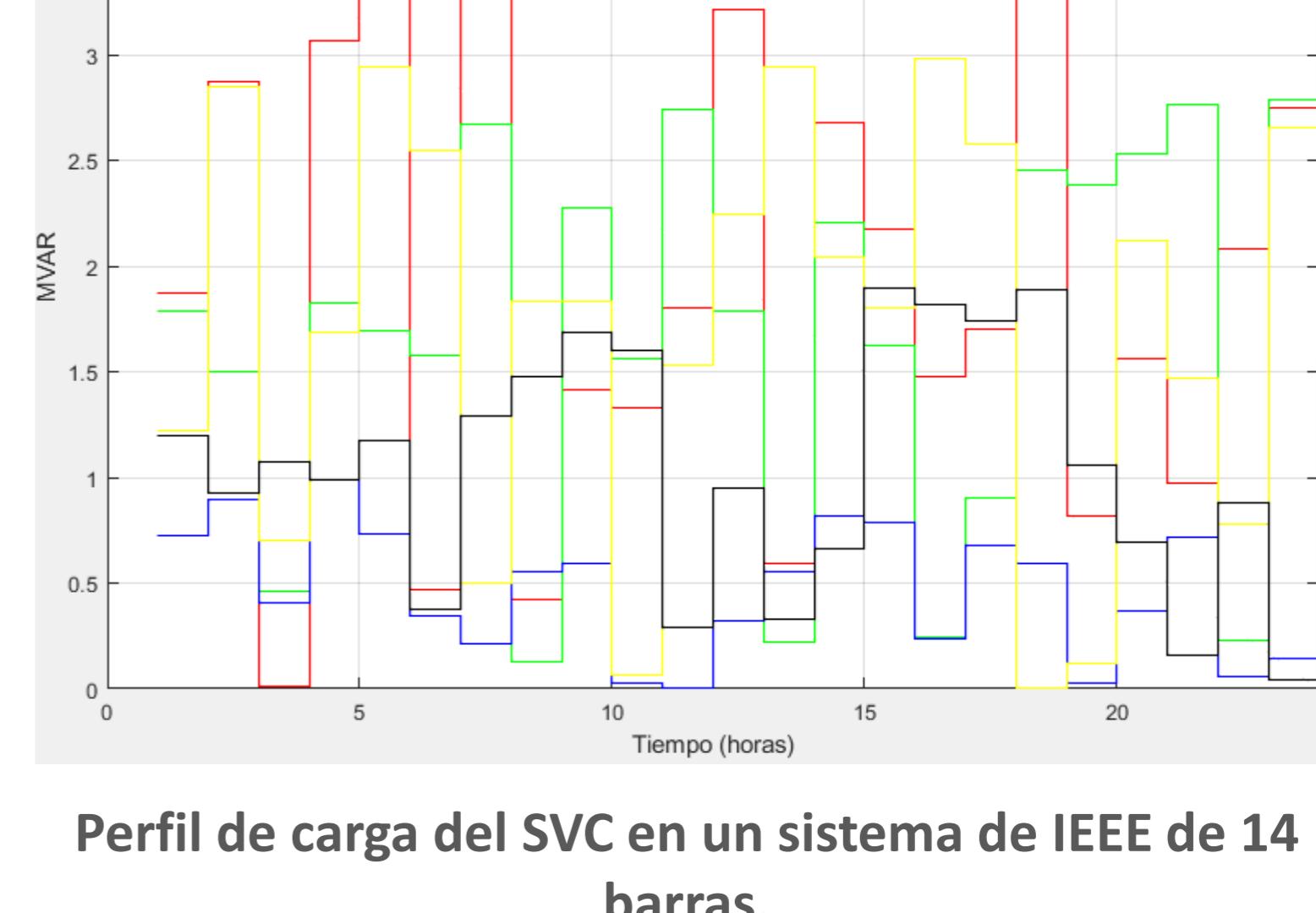
Dinámica de partículas en la optimización por enjambre



Capacitores ubicados en las barras correspondientes en un sistema IEEE de 14 barras



Perfil de Perdidas durante 24 horas.



Perfil de carga del SVC en un sistema de IEEE de 14 barras.

Esto indica un potencial significativo para implementar sistemas de 14 barras, especialmente en un entorno donde la demanda eléctrica y la complejidad de la red están aumentando.

- Los algoritmos diseñados y ajustados en este proyecto no sólo se encargan de mantener niveles adecuados de voltaje, como se propuso en el segundo objetivo específico, sino que han mostrado una capacidad para adaptarse a condiciones no lineales y altamente variables, lo que sugiere aplicaciones futuras en la automatización y control de sistemas de potencia más amplios. La precisión de estos algoritmos pone de manifiesto la relevancia de la investigación aplicada y teórica en el desarrollo de soluciones de control más sofisticadas y autónomas.