



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**MEJORA DE LA ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN UN SISTEMA DE
DISTRIBUCIÓN MEDIANTE EL ANÁLISIS MODAL JACOBIANO PARA EL
CONTROL DE FLUJO DE POTENCIA UNIFICADO CONSIDERANDO
COMPENSADORES DE POTENCIA REACTIVA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: EDGAR FABRICIO ZAPATA VELOZ

TUTOR: ALEXANDER AGUILA TÉLLEZ

Quito -Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Edgar Fabricio Zapata Veloz con documento de identificación N° 172492530 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 20 de marzo del año 2024

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'EDGAR ZAPATA V.' with a stylized flourish at the end. The signature is written over a horizontal dashed line.

Edgar Fabricio Zapata Veloz
1724925308

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Edgar Fabricio Zapata Veloz con documento de identificación No. 1724925308, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico “Mejora de la estabilidad de voltaje en un sistema de distribución mediante el análisis modal jacobiano para el control de flujo de potencia unificado considerando compensadores de potencia reactiva”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de marzo del año 2024

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'EDGAR ZAPATA VELOZ', written over a horizontal dashed line.

Edgar Fabricio Zapata Veloz

1724925308

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Alexander Águila con documento de identificación N° 1755923184, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: MEJORA DE LA ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE EL ANÁLISIS MODAL JACOBIANO PARA EL CONTROL D FLUJO DE POTENCIA UNIFICADO CONSIDERANDO COMPENSADORES DE POTENCIA REACTIVA, realizado por Edgar Fabricio Zapata Veloz con documento de identificación N° 1724925308, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de marzo del año 2024

Atentamente,



Ing. Alexander Águila Téllez, PhD

1755923184

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción.....	2
2	Marco teórico.....	2
2.1	Red de Distribución.....	3
2.1.1	Red de Distribución de Baja Tensión.....	3
2.1.2	Red de Distribución de Media Tensión.....	3
2.1.3	Componentes funcionales del Sistema de Distribución.....	4
2.2	Análisis Modal.....	4
2.2.1	Análisis Modal Jacobiano.....	4
2.2.2	Valores Propios.....	4
2.2.3	Matriz Jacobiana y su reducción.....	4
2.3	Control de Flujo de Potencia Unificado (UPCF)	5
2.3.1	Configuración del UPCF.....	5
2.3.2	Diagrama de bloques del UPCF.....	5
3	Compensadores de Potencia Reactiva.....	6
3.1	Compensador STATCOM.....	6
3.2	Compensador SSSC.....	7
3.3	Indicadores de Estabilidad.....	7
3.3.1	Indicador RSI de Estabilidad.....	8
4	Metodología.....	8
4.1	Diagrama de Flujo.....	8
4.2	Aplicación de la Metodología.....	8
4.2.1	Flujo de potencia.....	9
4.2.2	Desviación de Voltaje.....	9
4.2.3	Determinación Modal Jacobiana.....	9
4.2.4	Compensación de Potencia Reactiva.....	9
4.2.5	Indicador RSI.....	9
4.2.6	Factor de Potencia.....	10
4.2.7	Perdidas en el Sistema.....	10
5	Análisis de resultados	10
5.1	Caso 33 Barras.....	10
5.2	Caso 69 Barras.....	12
6	Conclusiones.....	14
6.1	Aporte frente a otras investigaciones	15
6.2	Trabajos futuros.....	15
7	Referencias.....	15
7.1	Matriz de Estado del Arte.....	18
8	Anexos.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de un UPFC, con compensación.....	5
Figura 2. Diagrama de bloques de un UPFC.	5
Figura 3. Conexión de un compensador en serie.	6
Figura 4. Compensador STATCOM conectado a un transformador.....	6
Figura 5. Tensión de característica del STATCOM.	6
Figura 6. Diagrama básico del SSSC.	7
Figura 7. Diagrama SSSC.	7
Figura 8. Sistema IEEE 33 Buses (Caso I).	9
Figura 9. Valores en por unidad de los valores de cada barra.	10
Figura 10. Valores en por unidad de los valores de cada barra “críticas”	10
Figura 11. Valores RSI, en transcurso del tiempo.	10
Figura 12. Valores del factor de potencia, antes y después de la compensación.	11
Figura 13. Valores de las pérdidas antes y después de la compensación.	11
Figura 14. Sistema IEEE 69 Buses (Caso II).	11
Figura 15. Valores en por unidad de los valores de cada barra.	12
Figura 16. Valores en por unidad de los valores de cada barra “críticas”.....	12
Figura 17. Valores RSI, en transcurso del tiempo.	12
Figura 18. Valores del factor de potencia, antes y después de la compensación.	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes funcionales de un sistema de distribución.....	3
Tabla 2: Valores de Barras “Críticas”, Caso I.	9
Tabla 3: Valores de Barras “Críticas” mejoradas, Caso I.	10
Tabla 4: Valores de Barras “Críticas”, Caso II.....	11
Tabla 5: Valores de Barras “Críticas” mejoradas, Caso II.....	12
Tabla 6: Matriz del Estado del Arte.....	17
Tabla 7: Datos de valores en por unidad de cada barra del sistema de 33 barras.	20
Tabla 8: Datos de valores de la desviación para el sistema de 33 barras.	22
Tabla 9: Datos de valores en por unidad de cada barra del sistema de 69 barras.....	23
Tabla 10: Datos de valores de la desviación para el sistema de 69 barras.....	31

MEJORA DE LA ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE EL ANÁLISIS MODAL JACOBIANO PARA EL CONTROL DE FLUJO DE POTENCIA UNIFICADO CONSIDERANDO COMPENSADORES DE POTENCIA REACTIVA.

Resumen

Este artículo científico tiene su enfoque principal en obtener una mejora en la estabilidad de voltaje mediante el análisis modal, configurando dos sistemas de prueba de la IEEE a través de Matlab con el cual se desarrollará un algoritmo. Para los dos diferentes casos de estudio se implementará el análisis modal jacobiano, tomando en cuenta todos sus elementos y valores, para un control de flujo de potencia unificado, y así determinar perfiles de voltaje de barras críticas con voltajes relativamente bajos, los cuales ayudan a una inestabilidad de voltaje en el sistema. Con el fin de obtener una mejora en la estabilidad de voltaje, es necesario inyectar potencia reactiva, para ello nos ayudaremos con la incorporación óptima de compensadores SSSC en serie y STATCOM en paralelo, remediando así la estabilidad de voltaje, mejorando los voltajes de las barras críticas y obteniendo menos pérdidas en el sistema.

Palabras Clave: Estabilidad de Voltaje, Análisis Modal, Compensación Reactiva, Sistema de Distribución.

Abstract

This scientific article has its main focus on obtaining an improvement in voltage stability through modal analysis, configuring two IEEE test systems through Matlab with which an algorithm will be developed. For the two different study cases, the Jacobian modal analysis will be implemented, taking into account all its elements and values, for a unified power flow control, and thus determine voltage profiles of critical bars with relatively low voltages, which help to a voltage instability in the system. In order to obtain an improvement in voltage stability, it is necessary to inject reactive power, for this we will help ourselves with the optimal incorporation of SSSC compensators in series and STATCOM in parallel, thus remedying the voltage stability, improving the bus voltages. critical and obtaining fewer losses in the system.

Keywords: Voltage Stability, Modal Analysis, Reactive Compensation, Distribution System.

1 Introducción

La estabilidad de voltaje es una condición fundamental en los sistemas eléctricos de potencia, pues garantiza el correcto funcionamiento y confiabilidad de la red ante perturbaciones. Sin embargo, el problema de la estabilidad de voltaje es bien conocido en los sistemas de distribución eléctrica, varios autores han estudiado este problema y han propuesto soluciones utilizando diferentes enfoques.

Uno de los principales desafíos es el incremento continuo de la demanda de electricidad, lo que provoca fluctuaciones de voltaje más allá de los límites permisibles, afectando la calidad del servicio. Otro factor importante son las crecientes integraciones de fuentes de energía renovable intermitentes, que introducen incertidumbre en los flujos de potencia.

Diferentes estrategias se han explorado para mejorar la estabilidad de

voltaje, incluyendo el redespacho óptimo de generación [3], la ubicación óptima de compensadores estáticos de VARs [4], y estrategias avanzadas de control en tiempo real [5]. Sin embargo, se requiere un enfoque integral que considere múltiples acciones de control de forma coordinada.

Por ello, es necesario desarrollar estrategias para analizar, prevenir y corregir inestabilidades de voltaje, garantizando un perfil de voltajes seguro y óptimo. En esta tesis se plantea una metodología integral que considera el análisis modal jacobiano con el control de flujo óptimo de potencia y compensación de reactiva mediante dispositivos FACTS en el sistema eléctrico de distribución.

El sistema eléctrico de distribución es el encargado de conducir la electricidad desde las subestaciones hasta los consumidores finales. Estas redes operan a tensiones menores y tienen topologías

mayormente radiales, por lo que son más propensas a sufrir problemas de perfil e inestabilidad de voltaje ante contingencias [3].

Por ello, esta tesis se enfoca específicamente en redes secundarias de distribución. La metodología propuesta permite identificar debilidades de voltaje mediante el análisis modal de la matriz jacobiana, para luego implementar una estrategia de control de flujo óptimo y compensación con STATCOM y SSSC.

Esto permite mejorar la estabilidad del sistema garantizando un perfil de voltajes seguro ante perturbaciones, lo cual se verifica mediante el índice de estabilidad de voltaje RSI. Los resultados muestran la efectividad de esta metodología integral para resolver problemas de estabilidad de voltaje en redes de distribución.

2 Marco teórico

2.1 Red de Distribución

Red de distribución está definida como el conjunto de sistemas capaces de llevar energía eléctrica desde el centro de operación hasta puntos determinados para la recepción de la electricidad que son los cargas finales (usuarios), cumpliendo con la demanda y permaneciendo estable, la calidad y la confiabilidad del sistema [1].

El sistema de distribución al transcurrir los años va a presentar ciertas afectaciones, las cuales serán solucionadas mediante la mejora de la estabilidad de voltaje para un flujo de control de potencia unificado, con la finalidad de tener un sistema confiable y que sea garantizada con el análisis del indicador de estabilidad RSI [2].

El sistema de distribución tiene elementos, los cuales tienen una capacidad de llevar la electricidad a diferentes sectores donde la demanda del de voltaje es considerable y están ubicados en distintos

puntos donde se presenta pérdidas de la seguridad y la calidad del sistema de distribución [3], [4].

Algo importante es que en los sistemas de distribución las condiciones operativas para surtir la demanda cada día son más altas es decir, tienen un nivel de exigencia mayor cada año , por lo cual se debe tomar en cuenta que, al implementar una solución para reducir las pérdidas, siempre se van a presentar pérdidas pero reduciendo cada año su valor [5], [6].

2.1.1 Red de Distribución de baja tensión

Para baja tensión, la red de distribución es encargada de llevar la electricidad a un elemento de medición que es parte del usuario final (medidores), están ubicados estratégicamente en zonas urbanas, zonas rurales y zonas sesgadas [7].

El sistema de distribución en baja tensión es desarrollada en una tipología de red radial, es decir, solo depende de las rutas

que las líneas toman y también la distancia que se crea entre carga y fuente de generación [8].

2.1.2 Red de Distribución de media tensión

En media tensión la red de distribución está expuesta al aire o de manera subterránea, llevando así la electricidad desde el punto secundario del transformador de la subestación [9].

El sistema de distribución en media tensión se ubica a distancias prolongadas minimizando así las velocidades de rotación comparado con la otra tipología, que es la radial, por eso se asume que las pérdidas van a llegar a ser menores. La distribución en media tensión ocupa una tipología de lazos [10].

2.1.3 Componentes funcionales del sistema de distribución

El sistema de distribución está conformado por componentes que deben cumplir funciones en el sistema, estos componentes

nos ayudan minimizar las pérdidas en el sistema, los cuales son [11]:

Componentes Funcionales
• Transformador de Potencia
• Sistema de Sub transmisión
• Subestación de distribución
• Alimentador primario
• Transformador de distribución
• Red secundaria

Tabla 1. Componentes funcionales de un sistema de distribución.

2.2 Análisis Modal.

La red eléctrica tiene un comportamiento el cual se lo examina mediante el análisis modal de los sistemas de potencia el cual tiene como objetivo principal el detallar las características básicas del sistema, como: frecuencias naturales, modos de oscilación y variantes asociadas [12].

Es fundamental comprender la estabilidad y el resultado de la red a las perturbaciones que se presenten a lo largo del tiempo, por lo cual se debe implementar el análisis modal para poder entender mejor

el comportamiento y las afectaciones que se pueden presentar [13], [14].

Para un análisis modal de forma general en un sistema eléctrico de potencia, se tiene las siguientes ecuaciones [15]:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, v, d) \quad (1)$$

$$0 = g(x, v) \quad (2)$$

$$y = h(x, v) \quad (3)$$

Donde:

- x Vector representante de las variables de estado.
- d Vector de control (Afectaciones o disturbios).
- y Vector de información (monitoreadas)
- g Ecuaciones no lineales de la red.
- h Salida no lineal (ecuación).

2.2.1 Análisis Modal Jacobiano

El análisis modal jacobiano es una técnica utilizada por ingenieros para detallar el comportamiento de los sistemas eléctricos de potencia a través de la generación de una matriz jacobiana [16].

Su análisis es basado en el cálculo jacobiano de las ecuaciones de equilibrio del sistema, lo que da a conocer las frecuencias propias, los distintos modos de operación y las modalidades correspondientes [17], [18].

El proceso de hacer un análisis modal jacobiano implica saber las diferentes capacidades de un sistema eléctrico en forma de frecuencias naturales, factores de estabilidad, impedancias del sistema y formas modales para desarrollar un modelo matemático para análisis del sistema [18].

El análisis modal jacobiano es una metodología que ayuda a la mejora de la estabilidad de voltaje. Esta metodología pertenece a los métodos de análisis de sistemas, pero no tiene relación con las simulaciones dependientes del tiempo [19].

El análisis modal jacobiano se basa en calcular los valores propios de la matriz

jacobiana que debe estar representada en su forma reducida y se conecta en serie a la potencia reactiva inducida en la red [20].

2.2.2 Valores Propios

Los valores que se obtienen a través del análisis modal Q-V son propios del sistema, que nos da a conocer lo cerca que estamos de colapsar con el sistema. Así se interpretan los distintos valores propios [21], [22]:

- Valor Propio + (positivo). – Al ser todos los valores del sistema positivos, esto da a entender que la inestabilidad es poco probable y que el sistema es parcialmente estable.
- Valor Propio 0 (Cero). – Si uno de los valores del sistema es igual a cero la estabilidad del voltaje del sistema se considere en riesgo.
- Valor Propio – (negativo). – Al tener mínimo un valor negativo, nos dice que el sistema está en su punto crítico de la estabilidad.

2.2.3 Matriz Jacobiana y su reducción

Un sistema de potencia puede ser expresado mediante la matriz jacobiana, que está desarrollada por valores que especifican la sensibilidad que hay entre el cambio de rotación nodal y el flujo de potencia reactiva [23].

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{P\theta} & J_{PV} \\ J_{Q\theta} & J_{QV} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\theta \\ \Delta V \end{bmatrix} \quad (4)$$

Donde:

ΔP	Cambio progresivo en la potencia activa del nodo
ΔQ	Cambio progresivo en la potencia reactiva del nodo
$\Delta\theta$	Cambio progresivo en el ángulo de voltaje del nodo.
ΔV	Cambio progresivo en la magnitud de voltaje del nodo.

Los elementos “J” de la matriz jacobiana determinan que tan sensible es el flujo de carga y las variaciones de voltaje en el nodo. La estabilidad del voltaje del sistema se la compensa con inyección de potencia reactiva Q, pero para cualquier punto de operación, su potencia activa

puede mantenerse estable y la relación incrementa entre Q y V [24].

2.3 Control de Flujo de Potencia Unificado (UPCF)

El control de flujo de potencia unificado (UPCF, por sus siglas en ingles), su función principal opta por la unión de dos elementos, al enlazar un compensador STATCOM y SSSC se obtiene como resultado un sistema capaz de controlar de manera individual o colectiva los diferentes parámetros los cuales podremos monitorear y controlar a través del UPCF, estos parámetros son [25]:

- Voltajes.
- Impedancias.
- Angulo de fase.

2.3.1 Configuración del UPCF

En la configuración UPFC, está compuesta por dos compensadores, serie/paralelo, que se conectan a través de un transformador. Los compensadores están conectados con un acoplamiento DC de tipo común [25].

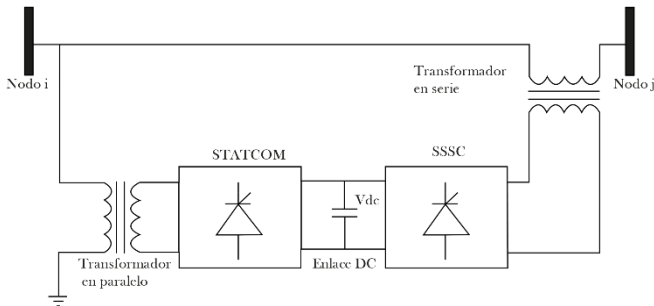


Figura 1. -Diagrama de un UPFC, con compensación

Tomando en cuenta la corriente existente de corto circuito inicial, pasa por el transformador de acople A, y tenemos otra corriente de corto circuito secundaria que es receptada por un transformador de acople B obteniendo como resultado la potencia reactiva convertida [26], [27].

2.3.2 Diagrama de bloques del UPFC

El control de potencia unificado se lo puede ilustrar a través de un diagrama de bloques el cual nos proporciona la información para determina un buen control de flujo de potencia [27].

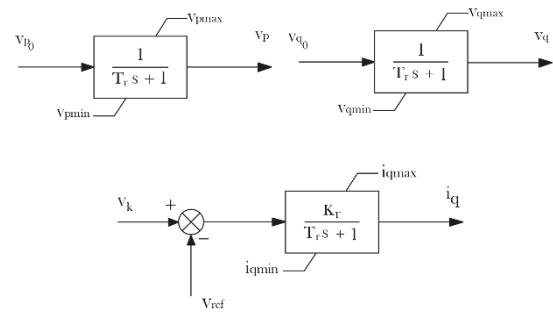


Figura 2. -Diagrama de bloques de un UPFC

El control de flujo de potencia unificado tiene como propósito implementar compensación de potencia reactiva a través de un algoritmo el cual nos ayuda a mejorar la estabilidad de voltaje en el sistema eléctrico de potencia, también ayuda a regular la magnitud de voltaje [27].

El UPFC está representado por ecuaciones las cuales son resultado del análisis de diagrama con compensación que este ilustrado a continuación:

$$V_K = V_v R (\cos \delta_{vR} + j \sin \delta_{vR}) \quad (5)$$

$$V_K = V_c R (\cos \delta_{cR} + j \sin \delta_{cR}) \quad (6)$$

Donde:

$V_v R$ Magnitud de voltaje de convertidor en paralelo.

δ_{vR} Angulo de voltaje de convertidor en paralelo.

V_{cR} Magnitud de voltaje de convertidor en serie.
 δ_{cR} Angulo de voltaje de convertidor en serie.

3 Compensadores de Potencia Reactiva

En el presente existen distintos compensadores de potencia reactiva, los cuales están clasificados por el tipo de conexión a la red eléctrica, es decir, en serie y paralelo, y actualmente también se usa la conexión de compensadores combinada es decir una conexión mixta (serie, paralelo) [28].

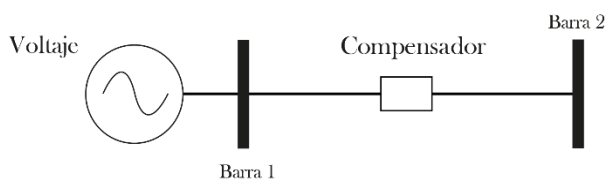


Figura 3. -Conexión de un compensador en serie

Los distintos compensadores utilizados para este trabajo de investigación son, los compensadores en serie SSSC los cuales consumen potencia reactiva, y los compensadores STATCOM los cuales son conectados en paralelo.

3.1 Compensador STATCOM

El compensador STATCOM, es un dispositivo miembro de la familia FACTS, que es conectado a la red mediante un transformador de acople. Al compensador STATCOM según la IEEE está definido como: “un generador síncrono estático que opera como SVC estático, conectado en derivación, lo cual tiene una corriente de salida capacitiva o inductiva que es controlada independientemente del voltaje del sistema” [28], [29].

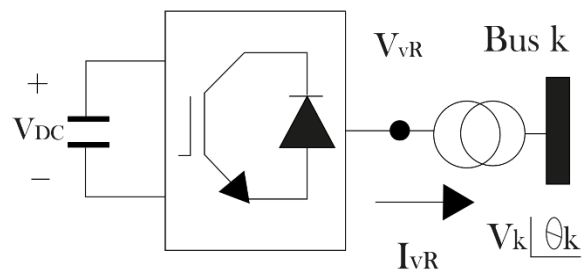


Figura 4. -Compensador STATCOM conectado a un transformador

Mediante un diagrama donde se representa la relación del voltaje con la intensidad del compensador STATCOM, podemos ver su carga capacitiva e inductiva

característico del componente con una tensión nominal, en la figura 5 [29].

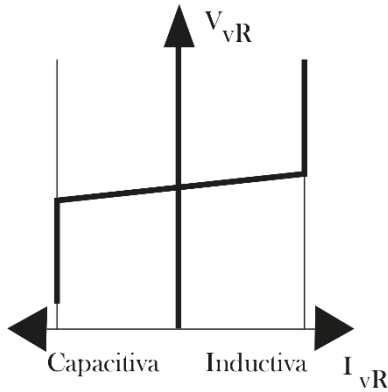


Figura 5. -Tensión característica del STATCOM

3.2 Compensador SSSC

El compensador SSSC tiene unas funciones similares a las de un desfasador estático, es decir, está compuesto por una fuente independiente en su parte posterior del condensador DC, pero a diferencia del desfasador estático, el SSSC no consume la potencia reactiva de la red [30].

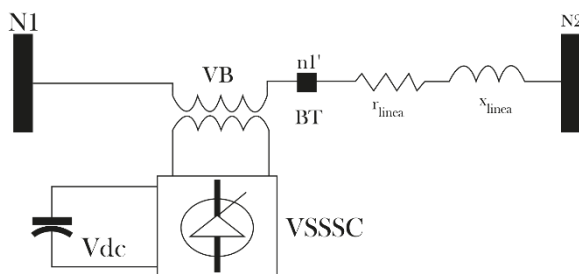


Figura 6. -Diagrama básico del SSSC

Incluyendo también tiene la capacidad de controlar la potencia reactiva, el SSSC también manipular la magnitud del voltaje en la barra donde se implantará el compensador [30], [31].

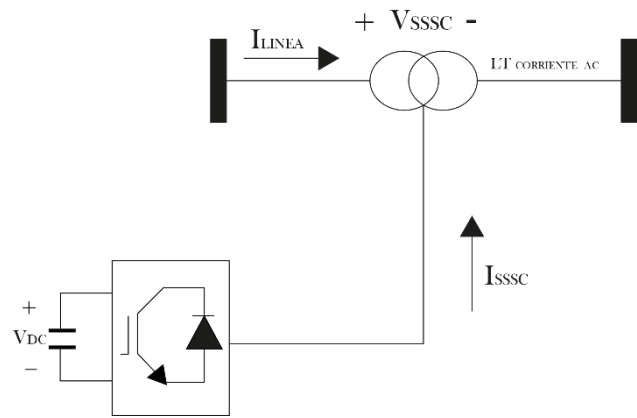


Figura 7. -Diagrama SSSC

3.3 Indicadores de Estabilidad

Para la mejora de la estabilidad de voltaje necesita un análisis para poder dar información acerca de la seguridad del sistema de potencia, los indicadores están parcialmente enfocados en determinar la estabilidad de voltaje del sistema, así como dar a conocer los diferentes elementos que son responsables de la inestabilidad de voltaje [31].

Para analizar cuando se presente algunas contingencias en el sistema y determinar si tienen un impacto negativo en la seguridad, es conocido que las determinaciones exhaustivas que analiza contingencia por contingencia son computacionalmente exigentes y, en algunos casos, no pueden reflejar más información de la que podría obtenerse seleccionando las contingencias apropiadas [31].

Existen dos tipos de indicadores, los cuales son:

- Indicador Estructurales
- Indicador Físicos.

Los indicadores iniciales son los que dan comienzo por las estructuras del modelo, como valores únicos y/o valores propios. Los indicadores utilizan las variables subyacentes o los parámetros físicos parte del sistema [31].

Para la realización de este artículo en análisis se basa en el indicador RSI (“Soporte de Potencia Reactiva”) [32].

3.3.1 Indicador RSI de Estabilidad

El indicador RSI por sus siglas en inglés representa un soporte de potencia reactiva que se basa en el análisis por contingencia, es decir, toma en cuenta una cantidad de generación de potencia reactiva que es fundamental para obtener la curva QV en un caso base sin contingencias, y de igual manera analizar con presencia de las contingencias [33].

Para compensar la potencia reactiva se debe tomar los límites de la generación de Q en las diferentes fuentes dinámicamente disponible en el sistema eléctrico de potencia [34]. El indicador RSI con presencia de contingencia i está representada por la siguiente ecuación [34]:

$$RSI_i = \sum_{j=2}^{N_g} [m_j(Q_j^{cr} - Q_{ji}^{cr})] \quad (7)$$

Para los valores de Q_j^{cr} y Q_{ji}^{cr} son detallados en los valores de la generación y el valor de inyección de potencia reactiva, se toma el número de generadores N_g que tiene en su interior potencia reactiva sin ningún tipo de limite, y el factor m_j es el peso de cada generador (fuente) [34], [35].

El índice RSI, se lo estudia a través de dos valores 0 y 1, los cuales dan conocimiento de estado del sistema, cuando se acerca a 0 (cero), el sistema está en estado crítico, es decir, que está siendo afectado por contingencias [36], [37].

Cuando el valor del índice se acerca a 1 (uno) se llega a la conclusión de que hubo una mejora de estabilidad de voltaje, por lo cual el sistema no tiene ningún tipo de falla y abastece la demanda [38].

Cabe resaltar que en la metodología del índice RSI, se lo debe aplicar en el punto más cercano a la punta de la curva QV [39].

4 Metodología

El algoritmo desarrollado analiza el perfil de voltaje en cada barra del sistema eléctrico y determina barras críticas con voltajes bajos según un umbral establecido.

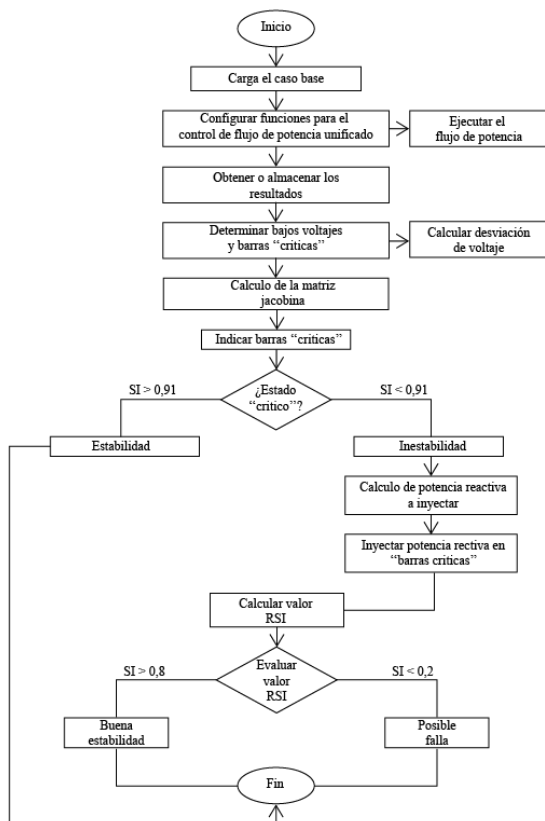
La desviación estándar de los voltajes es importante para cuantificar la dispersión, obteniendo esta información determina la necesidad de compensación de potencia reactiva.

Al implementar la compensación, se analizar nuevamente el perfil de voltaje y calcula métricas para evaluar la mejora en la estabilidad de voltaje, como el índice RSI, factor de potencia, y pérdidas en el sistema.

4.1 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo se lo interpreta como una representación gráfica del algoritmo. Para trabajos como este de ingeniería, es de mucha utilidad poder ilustrar las secuencias y detallar paso a paso los procedimientos realizados por el algoritmo desarrollado.

Diagrama de Flujo del Algoritmo



4.2 Aplicación de la metodología

4.2.1 Flujo de Potencia

Se utiliza el algoritmo de flujo de potencia para analizar el comportamiento del sistema

eléctrico del sistema. Este algoritmo calcula las condiciones de voltaje y corriente en cada bus del sistema bajo ciertas condiciones iniciales.

Con los resultados se analizan los voltajes en cada barra y se identifican barras críticas por debajo de cierto umbral (≤ 0.91 p/u).

Se calculan métricas para cuantificar numéricamente la dispersión de los mismos. A partir de las barras críticas y la desviación estándar, se determinan los requerimientos de potencia reactiva para compensación. Se selecciona la ubicación y valor de compensación mediante STATCOM.

4.2.2 Desviación de Voltaje

Se evalúa la desviación de voltaje en cada barra respecto al valor base asignado. Estas desviaciones se calculan y presentan en términos por unidad (p/u). La desviación estándar obtenida cuantifica numéricamente la dispersión de los voltajes respecto al voltaje promedio del sistema.

Si σ es mayor a un umbral establecido (ej. 0.01 p/u), indica presencia de voltajes anormalmente bajos en algunas barras, se identifican las barras críticas con voltajes fuera del rango normal ($\pm 5\%$ del voltaje promedio).

De esta manera la desviación estándar guiará tanto la ubicación como la cantidad de compensación reactiva necesaria en las barras para normalizar el perfil de voltaje del sistema.

4.2.3 Determinación Modal Jacobiana

Una vez se tiene el caso de flujo de carga optimizado, se procede al cálculo de la matriz jacobiana, para entender la sensibilidad de las variables de estado con respecto a las condiciones iniciales.

La matriz jacobiana (J) relaciona las variaciones de voltaje ΔV y ángulo $\Delta \delta$ en cada barra con respecto a variaciones en la potencia inyectada ΔS

De esta manera, se aprovecha el caso de flujo de carga para entender las sensibilidades del sistema ante perturbaciones.

4.2.4 Compensación de Potencia Reactiva

Una vez identificadas las barras críticas con voltajes bajos, se analiza la potencia reactiva inyectada en dichas barras. Las barras con falta de potencia reactiva (Q) son aquellas que necesitan compensación mediante STATCOM.

Se realiza un barrido de diferentes valores de inyección de potencia reactiva Q en cada barra crítica y se evalúa el impacto en el perfil de voltajes resultado del flujo de carga. Se determina el valor mínimo de Q en cada barra que permite llevar los voltajes al rango deseado ($\pm 5\%$ del voltaje promedio). Así el análisis de flujos de carga guía el dimensionamiento y ubicación de los STATCOM para una óptima compensación reactiva del sistema.

4.2.5 Indicador RSI

Se calcula el indicador RSI para evaluar la estabilidad del sistema. Si el RSI es alto, indica estabilidad de voltaje; si es bajo, podría haber una posible falla en el sistema.

Con los resultados del flujo de carga, se calcula la matriz jacobiana en cada barra, las cuales relacionan las variaciones de voltaje (ΔV) con respecto a variaciones de potencia reactiva (ΔQ). A partir de esta matriz jacobiana se calculan las impedancias equivalentes vista desde cada barra hacia el sistema

Estas impedancias reflejan la capacidad del sistema para mantener los voltajes ante variaciones de potencia reactiva. Entre mayor sea la impedancia, menos estable es el voltaje.

El índice RSI relaciona estas impedancias equivalentes con la máxima permitida antes de entrar en inestabilidad. De esta manera, el RSI cuantifica numéricamente la estabilidad de voltaje

tanto del estado actual como luego de la optimización con STATCOM.

4.2.6 Factor de Potencia:

Del flujo de carga se obtiene la potencia activa (P) y reactiva (Q) inyectada o absorbida en cada barra. En condiciones normales el FP debe ser lo más cercano a 1. Un FP menor a 1 indica absorción excesiva de potencia reactiva.

Luego con el STATCOM inyectando potencia reactiva Q, se reduce la absorción de reactivos de la red en dicha barra, se calcula otra vez el FP después de la compensación. Los valores deberán acercarse más a 1.

La mejoría en el FP indica una disminución de las pérdidas y caídas de voltaje provocadas por circulación de potencia reactiva en el sistema, de esta forma se cuantifica numérica y fácilmente el beneficio de la compensación reactiva sobre el factor de potencia del sistema de potencia.

4.2.7 Pérdidas en el Sistema:

En el caso base sin compensación, se obtienen las pérdidas totales ($P_{pérdidas}$) a partir del flujo de carga, generalmente en la barra de balance o de slack, con la incorporación de los STATCOM y la nueva distribución de potencia reactiva en el sistema, se vuelve a calcular el flujo de carga.

Esta reducción de pérdidas se puede expresar en términos porcentuales sobre el valor inicial o en valores absolutos de potencia (kW o MW), esta disminución de las pérdidas evidencia el beneficio técnico y económico de la compensación de potencia reactiva mediante STATCOM en el sistema eléctrico de potencia.

5 Análisis de Resultado

5.1 Caso 33 Barras

Para el primer caso de estudio se diseñó el diagrama de conexión del sistema de 33 barras de la IEEE, donde se lo puede apreciar en la figura 8.

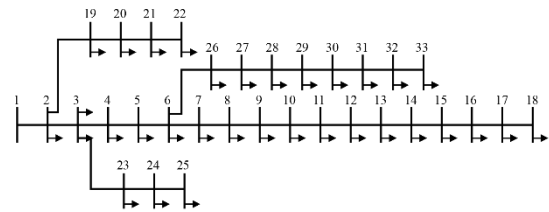


Figura 8. –IEEE 33 Buses

En el caso de estudio de 33 barras que nos proporciona la IEEE, se implementó el algoritmo desarrollado para así poder hacer el análisis, estudio y obtención de resultados los cuales se reflejan principalmente en la figura 9 la cual nos muestra los valores de voltaje de cada barra

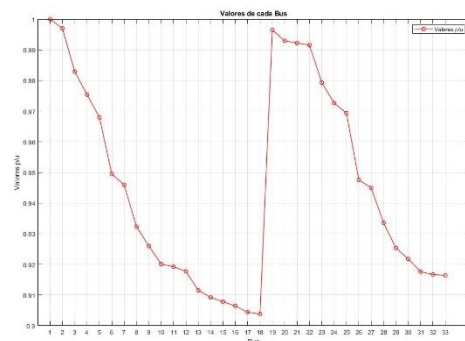


Figura 9. –Valores en por unidad de los voltajes de cada barra.

Logrando determinar que en las barras 14, 15, 16, 17 y 18, los valores son relativamente bajos reflejándose en la tabla 2. Para lo cual se calculó la desviación estándar en cada barra en términos por

unidad que se los aprecian en la tabla 8 en anexos, lo cual nos proporciona información para la inyección de compensación que se necesita.

Número de Bus	Voltajes [p/u]
Bus 14	0.9092
Bus 15	0.9078
Bus 16	0.9064
Bus 17	0.9044
Bus 18	0.9038

Tabla 2.- Valores de Barras “Críticas”, caso I.

Con los datos obtenidos, el algoritmo realizado los analiza para determinar qué tipo de potencia reactiva necesita el sistema, en este caso de estudio la inyección se la necesita en paralelo mediante el compensador STATCOM. Con la inyección de reactiva podemos ver en la tabla 3, los valores presentando una mejora en sus valores, dando así a entender que existe una mejora en la estabilidad de voltaje.

Número de Bus	Voltajes [p/u]
Bus 14	0.9464
Bus 15	0.9450
Bus 16	0.9436

Bus 17	0.9416
Bus 18	0.9410

Tabla 3.- Valores de Barras “Críticas” mejoradas, caso I.

Para observar de una manera más gráfica en la figura 9, se presenta a detalle de la mejora antes de la compensación y luego de la compensación en las barras donde se encontró bajos voltajes en por unidad.

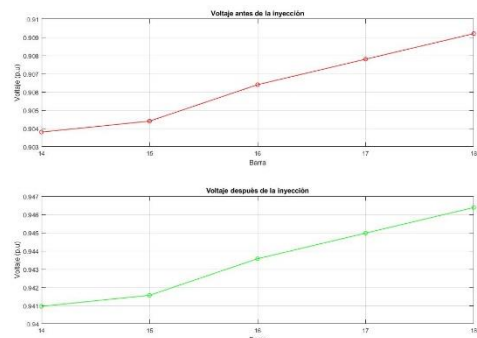


Figura 10.-Valores en por unidad de los voltajes de cada barra “crítica”.

Para corroborar que el sistema tiene una mejora en su estabilidad de voltaje, es necesario representarlo mediante el indicador de estabilidad RSI, tomando en cuenta que mientras el valor se acerque a 0 significa una posible falla en la mejora de estabilidad, y si el valor se llega cerca de 1,

el sistema tendrá una mejora en la estabilidad de voltaje.

Como se indica en la figura 10 en el transcurso del tiempo (segundos), se aprecia la mejora de la estabilidad de voltaje llegando a un valor RSI del 0.83 el cual es un valor cercano a 1 lo que da a entender que el sistema con la compensación presenta una mejora en su estabilidad de voltaje.

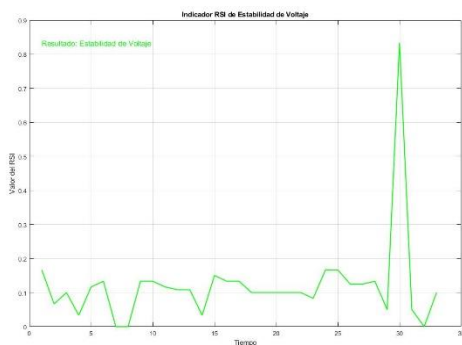


Figura 11.-Valores RSI, en transcurso del tiempo.

Para detallar la mejora que se presenta con el algoritmo diseñado, se visualiza en la figura 12 donde podemos ver la mejora existente para el factor de potencia en las barras críticas (14, 15, 16, 17, y 18), logrando determinar un valor < 1

antes de la compensación, y luego de la compensación obtener un valor ≤ 1 .

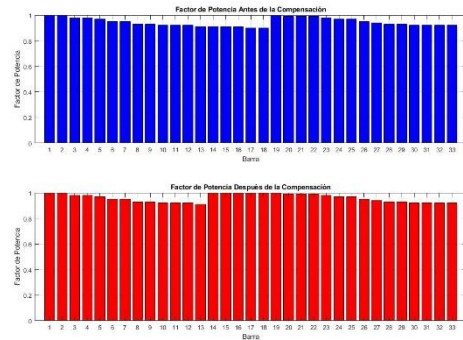


Figura 12 –Valores del factor de potencia, antes y después de la compensación.

En términos generales, al inyectar potencia reactiva con el STATCOM se reduce la circulación de corriente reactiva en las líneas, transformadores y otros equipos. Esto disminuye las pérdidas, donde la figura 12 nos da a entender los valores antes y después de la inyección de potencia reactiva, tomando en cuenta que para sistemas de distribución como este, las pérdidas deben estar en un porcentaje de 1% a 5%.

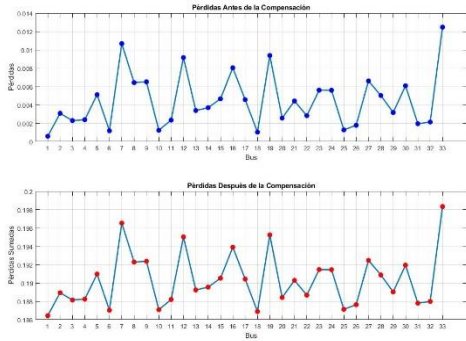


Figura 13.-Valores de las perdidas antes y después de la compensación.

5.2 Caso 69 Barras

Para el caso de estudio de 69 barras de la IEEE, se muestra en la figura 13 donde se aprecia la ubicación de las barras y como están distribuidas con sus cargas.

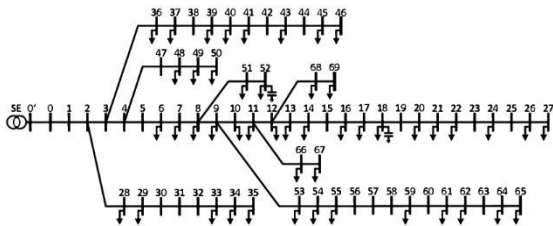


Figura 14.-IEEE 69 Buses

Con el algoritmo desarrollado, al implementar en el segundo caso de estudio el cual es el sistema de 69 barras que nos proporciona la IEEE, el sistema presenta un perfil de voltaje normal el cual nos da a entender que existe una estabilidad del mismo, en la figura 14 se aprecia los valores de cada barra gráficamente. En la

tabla 9, se puede observar a detalle cada valor.

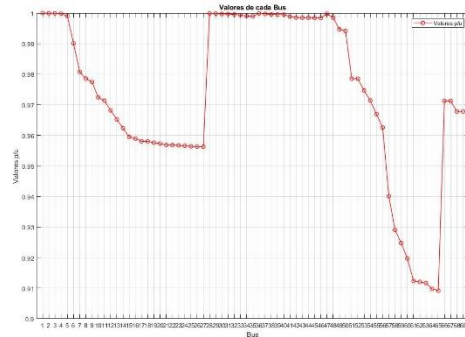


Figura 15.-Valores en por unidad de cada barra.

Logrando obtener como resultado que en las barras 61, 62, 63, 64 y 65, los valores son relativamente bajos. Para lo cual se cálculo la desviación estándar en cada barra en terminos por unidad que se los aprecian en la tabla 4 en anexos, esto nos proporciona informacion para calcular la inyeccion de compensacion que se necesita.

Número de Bus	Voltajes [p/u]
Bus 61	0.9123
Bus 62	0.9120
Bus 63	0.9117
Bus 64	0.9098
Bus 65	0.9092

Tabla 4.- Valores de Barras “Críticas”, caso II.

El algoritmo realizado analiza los resultados para determinar qué tipo de

potencia reactiva necesita el sistema, en este caso de estudio igual al anterior la inyección se la necesita en paralelo mediante el compensador STATCOM. Con la inyección de reactiva podemos ver en la tabla 5, los valores presentando una mejora en sus valores, dando así a entender que existe una mejora en la estabilidad de voltaje.

Número de Bus	Voltajes [p/u]
Bus 61	0.9464
Bus 62	0.9470
Bus 63	0.9489
Bus 64	0.9470
Bus 65	0.9464

Tabla 5.- Valores de Barras “Críticas” mejoradas, caso II.

Para detallar de una manera más gráfica, en la figura 15, se presenta a detalle de la mejora antes de la compensación y luego de la compensación en las barras donde se encontró bajos voltajes en por unidad

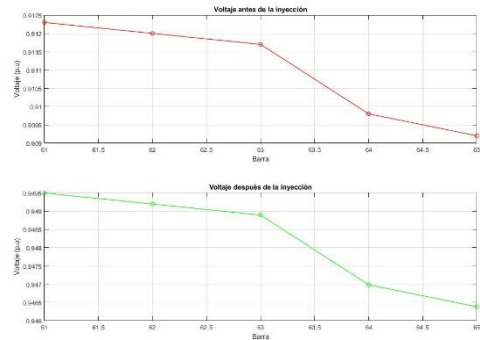


Figura 16.-Valores en por unidad de los voltajes de cada barra “critica”.

Para evidenciar que el sistema tiene una mejora en su estabilidad de voltaje, es necesario representarlo mediante el indicador de estabilidad RSI, como se indica en la figura 16 en el transcurso del tiempo (segundos), se aprecia la mejora de la estabilidad de voltaje llegando a un valor RSI del 0.97 el cual es un valor cercano a 1 lo que da a entender que el sistema con la compensación presenta una mejora en su estabilidad de voltaje.

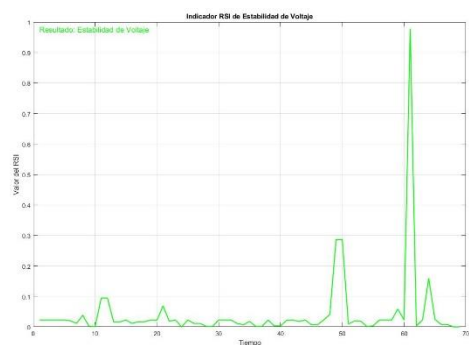


Figura 17.-Valores RSI, en transcurso del tiempo.

Se visualiza en la figura 17 donde podemos ver la mejora existente para el factor de potencia en las barras críticas (61, 62, 63, 64, y 65), logrando determinar un valor < 1 antes de la compensación, y luego de la compensación obtener un valor $= 1$.

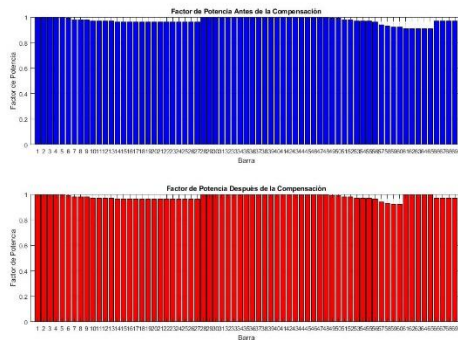


Figura 18.-Valores del factor de potencia, antes y después de la compensación.

Al inyectar potencia reactiva con el STATCOM esto disminuye las pérdidas, donde la figura 18 nos da a entender los valores antes y después de la inyección de potencia reactiva, tomando en cuenta que para sistemas de distribución como este, las perdidas deben estar en un porcentaje de 1% a 5%.

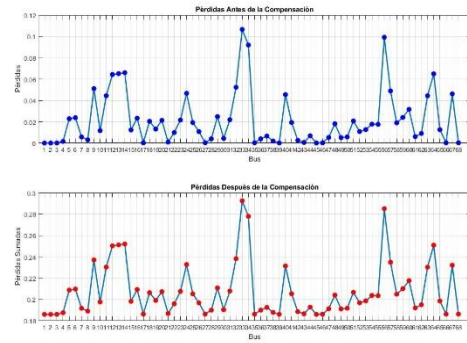


Figura 19.-Valores de las pérdidas antes y después de la compensación.

6 Conclusiones

El algoritmo desarrollado permite identificar de manera efectiva las barras críticas con problemas de bajos voltajes en los sistemas de distribución estudiados. Específicamente, se detectaron caídas de voltaje fuera de rangos permisibles en las barras 14-18 para el sistema de 33 barras, y en las barras 61-65 para el sistema de 69 barras.

La inyección óptima de potencia reactiva mediante compensadores STATCOM en paralelo logra corregir los perfiles de voltaje y restaurarlos a niveles adecuados cercanos a 1 [p.u.] en todas las barras críticas. Esto se refleja en los

resultados posteriores a la compensación para ambos sistemas analizados.

El indicador RSI demuestra claramente una mejora significativa en la estabilidad de voltaje luego de la compensación con STATCOM, alcanzando valores sobre 0.83 para el sistema de 33 barras y 0.97 para el de 69 barras. Estos valores cercanos a 1 confirman un sistema más estable.

En conclusión, el enfoque propuesto de control unificado de flujos de potencia basado en análisis modal jacobiano y la ubicación óptima de STATCOM, demuestra ser una estrategia efectiva para mejorar la estabilidad de voltaje en redes de distribución, como se valida con los resultados en los sistemas de prueba IEEE.

6.1 Aporte frente a otras investigaciones

El algoritmo de detección de barras críticas resulta ser más efectivo que otros

reportados, al identificar claramente los buses con problemas de voltajes bajos en los sistemas de prueba. Con La estrategia de compensación reactiva mediante STATCOM en paralelo es una propuesta innovadora frente al uso tradicional de otros dispositivos como capacitores o SVC. Los STATCOM permiten un control más flexible y eficiente.

El uso del indicador RSI para cuantificar la estabilidad de voltaje aporta una métrica objetiva para validar las mejoras, a diferencia de otros trabajos que sólo reportan perfiles de voltaje. Esto refuerza las conclusiones gracias a la visión unificada de estrategia, considerando flujos de potencia, análisis modal y ubicación óptima de compensación reactiva, es más integral que enfoques limitados a una sola técnica de control o compensación.

6.2 Trabajos futuros

Incorporar fuentes de energía renovable distribuida, tales como solar y eólica, en los casos de prueba. Analizar su impacto en la estabilidad de voltaje y la efectividad de la estrategia de control ante generación variable.

Probar técnicas más avanzadas de optimización para determinar ubicaciones y parámetros óptimos de compensadores, como algoritmos evolutivos, fuerza bruta, o aprendizaje reforzado. Comparar su desempeño y evaluar el desempeño ante contingencias y fallas, la robustez del control unificado de flujos de potencia para preservar la estabilidad de voltaje.

7 Referencias

- [1] Samuel Ramírez Castaño, "Planificación de un sistema de distribución eléctrico," Tesis, p. 34, 2019.
- [2] L. G. Given, M. Sholeh, and W. S. Nugroho, "Impact of DG Placement on Radial and Mesh Topology Against Short Circuit Current," Proc. - 4th Int. Conf. Vocat. Educ. Electr. Eng. Strength. Engagem. with Communities through Artif. Intell. Appl. Educ. Electr. Eng. Inf. Technol. ICVEE 202, pp. 1–5, 2021, doi: 10.1109/ICVEE54186.2021.9649706.
- [3] H. Wang et al., "Optimal Power Scheduling Strategy in Residential Distribution Network Based on Multi-dimensional Network Integration," Proc. - 2021 Power Syst. Green Energy Conf. PSGEC 2021, pp. 85–90, 2021, doi: 10.1109/PSGEC51302.2021.9542238.
- [4] C. Ma and Y. Gao, "Study on mesh segmentation of topology optimization results using Reeb graph," Proc. - 2021 Int. Conf. Artif. Intell. Electromechanical Autom. AIEA 2021, pp. 277–280, 2021, doi: 10.1109/AIEA53260.2021.00065.
- [5] R. Espinosa y Lara, "Armónicos en los Sistemas Eléctricos de Potencia," pp. 13–20, 553–636, 1990.
- [6] A. Kemper, "Complex networks theory," Contrib. to Manag. Sci., pp. 135–157, 2020, doi: 10.1007/978-3-7908-2367-7_10.
- [7] J. Lin, P. Wang, J. Zhang, Z. Zhang, and H. Sun, "Plug and Play Technology for Power Distribution Terminal Management based on the IoT Ideas," APAP 2019 - 8th IEEE Int. Conf. Adv. Power Syst. Autom. Prot., pp. 196–200, 2019, doi: 10.1109/APAP47170.2019.9224998.
- [8] Jimin He and Zhi-Fang Fu, "Modal Analysis," Book. p. 34, 2001.
- [9] Dave S. Steinberg, "VIBRATION ANALYSIS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT," third edition, Proc. -Book, 2018, University of California.
- [10] M.S. Williams and E.M. Kreuzer, "Structural Dynamics," Proc. - 2021 Power Syst. Green Energy Conf.

- PSGEC 2021, pp. 85–90, 2021, doi: 10.1109/PSGEC51302.2021.9542238.
- [11] C. Ma and Y. Gao, “Study on mesh segmentation of topology optimization results using Reeb graph,” Proc. - 2021 Int. Conf. Artif. Intell. Electromechanical Autom. AIEA 2021, pp. 277–280, 2021, doi: 10.1109/AIEA53260.2021.00065.
- [12] R. Espinosa y Lara, “Armónicos en los Sistemas Eléctricos de Potencia,” II Edición, 2015.
- [13] Duncan Glover, “Sistemas de Potencia Análisis y Diseño,” 3ra Edición, 2017.
- [14] Dave S. Steinberg, "VIBRATION ANALYSIS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT," third edition, Proc. -Book, 2018, University of California
- [15] Parvathy S. and K. C. S. Thampatty, “Dynamic Modeling and Control of UPFC for Power Flow Control,” Procedia Technology, vol. 21, Jan. 2015
- [16] R. K. Varma and R. Salehi, “SSR Mitigation With a New Control of PV Solar Farm as STATCOM (PV-STATCOM),” IEEE Trans. Sustain. Energy, 2017.
- [17] S. Jiang, A. M. Gole, U. D. Annakkage, and D. A. Jacobson, “Damping performance analysis of IPFC and UPFC controllers using validated small-signal models,” IEEE Trans. Power Deliv., 2021.
- [18] T. P. G. T. A. Priyankara, M. J. L. R. Fernando, I. A. K. Sandeepa, N. . K. D. Bandara, and H. W. D. Hettiarachchi, “Design , Simulation and Implementation of a UPFC (Unified Power Flow Controller) for Transmission Line Model,” 2019.
- [19] Z. Moravej, M. Pazoki, and M. Khederzadeh, “Impact of UPFC on Power Swing Characteristic and Distance Relay Behavior,” IEEE Trans. Power Deliv., 2014.
- [20] Y. Liu, S. Yang, X. Wang, D. Gunasekaran, U. Karki, and F. Z. Peng, “Application of Transformer-Less UPFC for Interconnecting Two asynchronous AC Grids with Large Phase Difference,” IEEE Trans. Power Electron., 2016.
- [21] G. Shahgholian, M. Mahdavian, M. Janghorbani, I. Eshaghpour, and E. Ganji, “Analysis and Simulation of UPFC in Electrical Power System for Power Flow Control”, 2017.
- [22] P. Kessel, H. Glavitsch, “Estimating the Voltage Stability of a Power System”, IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 1, no. 3, pp. 346-354, julio 1986.
- [23] S. Aboreshaid, R. Billinton, “Probabilistic Evaluation of Voltage Stability”, IEEE Trans. on Power Systems, vol. 14, no. 1, pp. 342-348, febrero 2019.
- [24] D. Deveraj, J. Preetha Roselyn, R. Uma Rani, “Artificial neural network model for voltage security based contingency ranking”, ELSEVIER Applied Computing, vol. 7, pp. 722-727, 2007.
- [25] I. Musirin, T.K. Abdul Rahman, “On-Line Voltage Stability Based Contingency Ranking using Fast Voltage Stability Index (FVSI)”, IEEE Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002 Asia Pacific, vol. 2, pp. 1118 – 1123, 6-10 Oct, 2002.
- [26] I. Musirin, T.K. Abdul Rahman, “Estimating Maximum Loadability for Weak Bus Identification using FVSI”, IEEE Power Engineering Review, pp. 50-52, Nov. 2002.
- [27] P.R. Bijwe, D.P.Kothari, S.M. Kelapure, “An efficient approach for contingency ranking based on voltage stability”, ELSEVIER Electrical Power & Energy Systems,

- vol. 26, pp. 143-149, 2004.
- [28] P. Kessel, H. Glavitsch, "Estimating the Voltage Stability of a Power System", *IEEE Trans. on Power Delivery*, vol. 1, no. 3, pp. 346-354, julio 2016.
- [29] S. Aboreshaid, R. Billinton, "Probabilistic Evaluation of Voltage Stability", *IEEE Trans. on Power Systems*, vol. 14, no. 1, pp. 342-348, febrero 2019.
- [30] D. Deveraj, J. Preetha Roselyn, R. Uma Rani, "Artificial neural network model for voltage security based contingency ranking", *ELSEVIER Applied Computing*, vol. 7, pp. 722-727, 2007.
- [31] I. Musirin, T.K. Abdul Rahman, "On-Line Voltage Stability Based Contingency Ranking using Fast Voltage Stability Index (FVSI)", *IEEE Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002 Asia Pacific*, vol. 2, pp. 1118 – 1123, 6-10 Oct, 2002.
- [32] I. Musirin, T.K. Abdul Rahman, "Estimating Maximum Loadability for Weak Bus Identification using FVSI", *IEEE Power Engineering Review*, pp. 50-52, Nov. 2002.
- [33] P.R. Bijwe, D.P. Kothari, S.M. Kelapure, "An efficient approach for contingency ranking based on voltage stability", *ELSEVIER Electrical Power & Energy Systems*, vol. 26, pp. 143-149, 2020.
- [34] D. B. Valle and P. B. Araujo, "The influence of GUPFC FACTS device on small signal stability of the electrical power systems," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 65, pp.299–306, Feb. 2015.
- [35] P. Zhao, W. Yao, J. Wen, L. Jiang, S. Wang, and S. Cheng, "Improved synergetic excitation control for transient stability enhancement and voltage regulation of power systems," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 68, pp. 44–51, Jun. 2015
- [36] P. Kundu and A. Pradhan, "Wide area measurement-based protection support during power swing," *Electr. Power Amd Energy Syst.*, vol. 63, pp. 546–554, 2014.
- [37] Pisica, I., Bulac C., Toma L., Eremia M., Optimal SVC Placement in Electric Power Systems Using a Genetic Algorithms Based Method, *IEEE Bucharest Power Tech Conference (2009)*,1-6.
- [38] M. A. Albuquerque, C. A. Castro, "A Contingency Ranking Method for Voltage Stability in Real Time Operation of Power Systems", *IEEE PowerTech Conference, 2018, Boloña, Italia*
- [39] D. Deveraj, J. Preetha Roselyn, R. Uma Rani, "Artificial neural network model for voltage security based contingency ranking", *ELSEVIER Applied Computing*, vol. 7, pp. 722-727, 2007.

7.1 Matriz de Estado del Arte

Tabla 6.- Matriz de estado del arte.

MEJORA DE LA ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE EL ANÁLISIS MODAL JACOBIANO PARA EL CONTROL DE FLUJO DE POTENCIA UNIFICADO CONSIDERANDO COMPENSADORES DE POTENCIA REACTIVA.																														
ITEM	DATOS			TEMÁTICA				FORMULACIÓN DEL PROBLEMA FUNCIONES OBJETIVO				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA							SOLUCIÓN PROPUESTA								
	2024	Mejora de la estabilidad de voltaje en un sistema de distribución mediante el análisis modal jacobiano para el control de flujo de potencia unificado considerando compensadores de potencia reactiva.	CITAS	Sistema de Distribución	Sistema de Distribución Bajo Voltaje	Sistema de Distribución Medio Voltaje	Análisis Modal Jacobiano	Control de Flujo de Potencia Unificado	Compensadores de Potencia Reactiva	Minimización de Pérdidas en la Red	Mejora de la estabilidad de voltaje	Inyección de potencia reactiva	Minimización pérdidas en la Red	Nivel de Tensión	Topología de la Red	Niveles de Potencia	Flujo de Potencia Óptimo	Control del Flujo de Potencia Unificado (UPCF)	Compensación De Potencia Reactiva	Compensador en Serie (SSSC)	Compensador en Paralelo (STATCOM)	Algoritmo de “Flujo de Potencia”	Algoritmo de “Ubicación Óptima de Reactiva”	Indicador de Estabilidad RSI	Algoritmo de guardar graficas realizadas	Análisis Modal Jacobiano	Mejora de Estabilidad - Eficacia - Rendimiento	Optimización de la Red	Máximo Aprovechamiento de Resultados/Recursos	Planificación Óptima
1	2019	Planificación de un sistema de distribución eléctrico	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	2021	Impact of DG Placement on Radial and Mesh Topology Against Short Circuit Current	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	2021	Optimal Power Scheduling Strategy in Residential Distribution Network Based on Multi-dimensional Network Integration	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	2021	Study on mesh segmentation of topology optimization results using Reeb graph	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	1990	Armónicos en los Sistemas Eléctricos de Potencia	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	2020	Complex networks theory	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	2019	Plug and Play Technology for Power Distribution Terminal Management based on the IoT Ideas	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	2001	Modal Analysis	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ESTABILIDAD DE VOLTAJE DE LARGO PLAZO EN SISTEMAS DE ELÉCTRICOS DE POTENCIA INCLUYENDO CURVAS DE CAPACIDAD DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN BASADO EN EL MÉTODO DE CONTINUACIÓN

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN DEL PROBLEMA FUNCIONES OBJETIVO			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA							SOLUCIÓN PROPUESTA								
	2024	Mejora de la estabilidad de voltaje en un sistema de distribución mediante el análisis modal jacobiano para el control de flujo de potencia unificado considerando compensadores de potencia reactiva.	CITAS	Sistema de Distribución	Sistema de Distribución Bajo Voltaje	Sistema de Distribución Medio Voltaje	Análisis Modal Jacobiano	Control de Flujo de Potencia Unificado	Compensadores de Potencia Reactiva	Minimización de Pérdidas en la Red	Mejora de la estabilidad de voltaje	Inyección de potencia reactiva	Minimización pérdidas en la Red	Nivel de Tensión	Topología de la Red	Niveles de Potencia	Flujo de Potencia Óptimo	Control del Flujo de Potencia Unificado (UPCF)	Compensación De Potencia Reactiva	Compensador en Serie (SSSC)	Compensador en Paralelo (STATCOM)	Algoritmo de "Flujo de Potencia"	Algoritmo de "Ubicación Óptima de Reactiva"	Indicador de Estabilidad RSI	Algoritmo de guardar graficas realizadas	Análisis Modal Jacobiano	Mejora de Estabilidad - Eficiencia - Rendimiento	Optimización de la Red	Máximo Aprovechamiento de Resultados/Recursos	Planificación Óptima
9	2018	Vibration analysis for electronic equipment	9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	2021	Structural Dynamics	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	2021	Study on mesh segmentation of topology optimization results using Reeb	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	2015	Armónicos en los Sistemas Eléctricos de Potencia," II Edición	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	2017	Sistemas de Potencia Análisis y Diseño	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	2018	Vibration analysis for electronic equipment, third edition.	14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	2015	Dynamic Modeling and Control of UPFC for Power Flow Control	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	2017	SSR Mitigation With a New Control of PV Solar Farm as STATCOM (PV-STATCOM),"	16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	2021	Damping performance analysis of IPFC and UPFC controllers using validated small-signal models	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ESTABILIDAD DE VOLTAJE DE LARGO PLAZO EN SISTEMAS DE ELÉCTRICOS DE POTENCIA INCLUYENDO CURVAS DE CAPACIDAD DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN BASADO EN EL MÉTODO DE CONTINUACIÓN

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN DEL PROBLEMA FUNCIONES OBJETIVO				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA							SOLUCIÓN PROPUESTA								
	2024	Mejora de la estabilidad de voltaje en un sistema de distribución mediante el análisis modal jacobiano para el control de flujo de potencia unificado considerando compensadores de potencia reactiva.	CITAS	Sistema de Distribución	Sistema de Distribución Bajo Voltaje	Sistema de Distribución Medio Voltaje	Análisis Modal Jacobiano	Control de Flujo de Potencia Unificado	Compensadores de Potencia Reactiva	Minimización de Pérdidas en la Red	Mejora de la estabilidad de voltaje	Inyección de potencia reactiva	Minimización pérdidas en la Red	Nivel de Tensión	Topología de la Red	Niveles de Potencia	Flujo de Potencia Óptimo	Control del Flujo de Potencia Unificado (UPFC)	Compensación De Potencia Reactiva	Compensador en Serie (SSSC)	Compensador en Paralelo (STATCOM)	Algoritmo de "Flujo de Potencia"	Algoritmo de "Ubicación Óptima de Reactiva"	Indicador de Estabilidad RSI	Algoritmo de guardar graficas realizadas	Análisis Modal Jacobiano	Mejora de Estabilidad - Eficiencia - Rendimiento	Optimización de la Red	Máximo Aprovechamiento de Resultados/Recursos	Planificación Óptima	
18	2019	Design, Simulation and Implementation of a UPFC (Unified Power Flow Controller) for Transmission Line Model	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	2014	Impact of UPFC on Power Swing Characteristic and Distance Relay Behavior	19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	2016	Application of Transformer-Less UPFC for Interconnecting Two synchronous AC Grids with Large Phase Difference,	20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	2017	Analysis and Simulation of UPFC in Electrical Power System for Power Flow Control	21	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	1986	Estimating the Voltage Stability of a Power System	22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	2019	Probabilistic Evaluation of Voltage Stability	23	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	2007	Artificial neural network model for voltage security based contingency ranking	24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	2002	On-Line Voltage Stability Based Contingency Ranking using Fast Voltage Stability Index (FVSI)	25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	2002	Estimating Maximum Loadability for Weak Bus Identification using FVSI	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ESTABILIDAD DE VOLTAJE DE LARGO PLAZO EN SISTEMAS DE ELÉCTRICOS DE POTENCIA INCLUYENDO CURVAS DE CAPACIDAD DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN BASADO EN EL MÉTODO DE CONTINUACIÓN

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN DEL PROBLEMA FUNCIONES OBJETIVO				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA								SOLUCIÓN PROPUESTA						
	2024	Mejora de la estabilidad de voltaje en un sistema de distribución mediante el análisis modal jacobiano para el control de flujo de potencia unificado considerando compensadores de potencia reactiva.	CITAS	Sistema de Distribución	Sistema de Distribución Bajo Voltaje	Sistema de Distribución Medio Voltaje	Análisis Modal Jacobiano	Control de Flujo de Potencia Unificado	Compensadores de Potencia Reactiva	Minimización de Pérdidas en la Red	Mejora de la estabilidad de voltaje	Inyección de potencia reactiva	Minimización pérdidas en la Red	Nivel de Tensión	Topología de la Red	Niveles de Potencia	Flujo de Potencia Óptimo	Control del Flujo de Potencia Unificado (UPCF)	Compensación De Potencia Reactiva	Compensador en Serie (SSSC)	Compensador en Paralelo (STATCOM)	Algoritmo de "Flujo de Potencia"	Algoritmo de "Ubicación Óptima de Reactiva"	Indicador de Estabilidad RSI	Algoritmo de guardar graficas realizadas	Análisis Modal Jacobiano	Mejora de Estabilidad - Eficiencia - Rendimiento	Optimización de la Red	Máximo Aprovechamiento de Resultados/Recursos	Planificación Óptima
27	2004	An efficient approach for contingency ranking based on voltage stability	27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	2016	Estimating the Voltage Stability of a Power System	28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	2019	Probabilistic Evaluation of Voltage Stability	29	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	2007	Artificial neural network model for voltage security based contingency ranking	30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	2002	On-Line Voltage Stability Based Contingency Ranking using Fast Voltage Stability Index	31	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	2002	Estimating Maximum Loadability for Weak Bus Identification	32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	2020	Efficient approach for contingency ranking based on voltage stability	33	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	2015	The influence of GUPFC FACTS device on small signal stability of the electrical power systems	34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	2015	Improved synergetic excitation control for transient stability enhancement and voltage regulation of power systems	35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

MEJORA DE LA ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE EL ANÁLISIS MODAL JACOBIANO PARA EL CONTROL DE FLUJO DE POTENCIA UNIFICADO CONSIDERANDO COMPENSADORES DE POTENCIA REACTIVA.

ITEM	DATOS		TEMÁTICA							FORMULACIÓN DEL PROBLEMA FUNCIONES OBJETIVO				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA										SOLUCIÓN PROPUESTA				
	2024	Mejora de la estabilidad de voltaje en un sistema de distribución mediante el análisis modal Jacobiano para el control de flujo de potencia unificado considerando compensadores de potencia reactiva.	CITAS	Sistema de Distribución	Sistema de Distribución Bajo Voltaje	Sistema de Distribución Medio Voltaje	Análisis Modal Jacobiano	Control de Flujo de Potencia Unificado	Compensadores de Potencia Reactiva	Minimización de Pérdidas en la Red	Mejora de la estabilidad de voltaje	Inyección de potencia reactiva	Minimización pérdidas en la Red	Nivel de Tensión	Topología de la Red	Niveles de Potencia	Flujo de Potencia Óptimo	Control del Flujo de Potencia Unificado (UPCF)	Compensación De Potencia Reactiva	Compensador en Serie (SSSC)	Compensador en Paralelo (STATCOM)	Algoritmo de "Flujo de Potencia"	Algoritmo de "Ubicación Óptima de Reactiva"	Indicador de Estabilidad RSI	Algoritmo de guardar graficas realizadas	Análisis Modal Jacobiano	Mejora de Estabilidad - Eficiencia - Rendimiento	Optimización de la Red	Máximo Aprovechamiento de Recursos/Dispositivos	Planificación Óptima	
36	2014	Wide area measurement-based protection support during power swing	36 16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	2009	Optimal SVC Placement in Electric Power Systems Using a Genetic Algorithms Based Method	37	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	2018	A Contingency Ranking Method for Voltage Stability in Real Time Operation of Power Systems	38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
39	2007	Artificial neural network model for voltage security based contingency ranking	39	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CANTIDAD			7	20	18	35	14	7	29	8	12	10	15	10	27	12	2	13	5	4	2	2	4	2	5	20	12	8	14		

8 Anexos

Tabla 7.- Datos de valores p/u de cada barra del sistema de 33 barras

Nº Barra	Voltaje (p/u)
1	1.0000
2	0.9970
3	0.9829
4	0.9754
5	0.9680
6	0.9495
7	0.9460
8	0.9323
9	0.9260
10	0.9201
11	0.9192
12	0.9177
13	0.9115
14	0.9092
15	0.9078
16	0.9064
17	0.9044
18	0.9038
19	0.9965
20	0.9929
21	0.9922
22	0.9916
23	0.9793
24	0.9726
25	0.9693
26	0.9475
27	0.9450
28	0.9335
29	0.9253
30	0.9218
31	0.9176
32	0.9167
33	0.9164

Tabla 8.- Datos de valores de la desviación estándar para el sistema IEEE de 33 barras.

Desviación N° Barra	Estándar Modulo
1	0
2	0.0030
3	0.0171
4	0.0246
5	0.0320
6	0.0505
7	0.0540
8	0.0677
9	0.0740
10	0.0799
11	0.0808
12	0.0823
13	0.0885
14	0.0908
15	0.0922
16	0.0936
17	0.0956
18	0.0962
19	0.0035
20	0.0071
21	0.0078
22	0.0084
23	0.0207
24	0.0274
25	0.0307
26	0.0525
27	0.0550
28	0.0665
29	0.0747
30	0.0782
31	0.0824
32	0.0833
33	0.0836

Tabla 9.- Datos de valores voltaje por unidad del sistema IEEE de 69 barras.

Nº Barra	Voltaje (p/u)
1	1.0000
2	1.0000
3	0.9999
4	0.9998
5	0.9990
6	0.9901
7	0.9808
8	0.9786
9	0.9774
10	0.9724
11	0.9713
12	0.9682
13	0.9653
14	0.9624
15	0.9595
16	0.9590
17	0.9581
18	0.9581
19	0.9576
20	0.9573
21	0.9568
22	0.9568
23	0.9567
24	0.9566
25	0.9564
26	0.9564
27	0.9563
28	0.9999
29	0.9999
30	0.9997
31	0.9997
32	0.9996
33	0.9993
34	0.9990
35	0.9989
36	0.9999
37	0.9997
38	0.9996

Nº Barra	Voltaje (p/u)
39	0.9995
40	0.9995
41	0.9988
42	0.9986
43	0.9985
44	0.9985
45	0.9984
46	0.9984
47	0.9998
48	0.9985
49	0.9947
50	0.9942
51	0.9785
52	0.9785
53	0.9747
54	0.9714
55	0.9669
56	0.9626
57	0.9401
58	0.9290
59	0.9248
60	0.9197
61	0.9123
62	0.9120
63	0.9117
64	0.9098
65	0.9092
66	0.9713
67	0.9713
68	0.9679
69	0.9678

Tabla 10.- Datos de valores de desviación estándar IEEE de 69 barras.

Desviación Nº Barra	Estándar Modulo
1	0
2	0.0000
3	0.0001
4	0.0002
5	0.0010
6	0.0099
7	0.0192
8	0.0214
9	0.0226
10	0.0276
11	0.0287
12	0.0318
13	0.0347
14	0.0376
15	0.0405
16	0.0410
17	0.0419
18	0.0419
19	0.0424
20	0.0427
21	0.0432
22	0.0432
23	0.0433
24	0.0434
25	0.0436
26	0.0436
27	0.0437
28	0.0001
29	0.0001
30	0.0003
31	0.0003
32	0.0004
33	0.0007
34	0.0010
35	0.0011
36	0.0001
37	0.0003
38	0.0004
39	0.0005

Desviación Nº Barra	Estándar Modulo
40	0.0005
41	0.0012
42	0.0014
43	0.0015
44	0.0015
45	0.0016
46	0.0016
47	0.0002
48	0.0015
49	0.0053
50	0.0058
51	0.0215
52	0.0215
53	0.0253
54	0.0286
55	0.0331
56	0.0374
57	0.0599
58	0.0710
59	0.0752
60	0.0803
61	0.0877
62	0.0880
63	0.0883
64	0.0902
65	0.0908
66	0.0287
67	0.0287
68	0.0321
69	0.0322