

REPÚBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Resolución N° 89047

Ref. Expediente N° NC2020/0013959

Por la cual se deniega una Patente de Invención

LA SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO
en ejercicio de sus facultades legales, en especial de las conferidas en el numeral 24 del artículo 3° del Decreto 4886 de 2011, y

CONSIDERANDO

Que mediante escrito radicado en esta Superintendencia el 9 de noviembre de 2020 con el N° NC2020/0013959, por GERS S.A. y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, presentó la solicitud de patente de invención titulada “MÉTODO PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FLUJO DE POTENCIA ÓPTIMO CON RESTRICCIONES DE SEGURIDAD MEDIANTE TÉCNICAS DE DESCOMPOSICIÓN RÁPIDA Y ADECUACIÓN DE RESTRICCIONES”.

Que la solicitud fue publicada en la Gaceta de la Propiedad Industrial N° 945 el 19 de noviembre de 2021, sin que se hubieran presentado oposiciones por parte de terceros.

Que una vez adelantado el trámite contemplado por la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, esta Superintendencia resolvió denegar la patente solicitada bajo el radicado de la referencia mediante la Resolución 45332 del 14 de agosto de 2024. De igual forma, mediante escrito radicado con el N° NC2024/0012062 de fecha 4 de septiembre de 2024, el solicitante presentó recurso de reposición el cual fue resuelto mediante la Resolución 51408 del 30 de julio de 2025 revocando la decisión indicada en precedencia y ordenando regresar al trámite a la etapa de fondo.

Que realizado el examen de fondo mediante Oficio No. 8096 de 8 de mayo de 2024, se requirió a los solicitantes en los términos del artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina para que presentaran respuesta a las observaciones de carácter técnico, relacionadas con la patentabilidad o cumplimiento de los requisitos establecidos por esta Decisión para la concesión de la patente.

Que los solicitantes mediante escrito radicado bajo el N° NC2024/0010864 el 9 de agosto de 2024, presentaron las reivindicaciones 1 a 15 que reemplazan las originalmente presentadas. Se acepta este último capítulo reivindicatorio presentado, comoquiera que se ajusta a las prescripciones contenidas en el artículo 34 de la Decisión 486.

Que en virtud de lo dispuesto en el artículo 14 de la Decisión 486 expedida por la Comisión de la Comunidad Andina *“Los países miembros otorgarán patentes para las invenciones, sean de producto o de procedimiento, en todos los campos de la tecnología, siempre que sean nuevas, tengan nivel inventivo y sean susceptibles de aplicación industrial.”*

Que de acuerdo con lo establecido en el numeral 1.2.2.2 del Capítulo Primero del Título X de la Circular Única para efectos del examen de patentabilidad, cuando la solicitud contenga más de diez (10) reivindicaciones y no se haya pagado la tasa complementaria, sólo se estudiarán las cubiertas por la tasa pagada al momento de realizar el examen de patentabilidad consagrado en el artículo 45 de la Decisión 486. Por lo tanto, se tendrán en cuenta las reivindicaciones 1 a 14 del radicado N° NC2024/0010864 del 9 de agosto de 2024.

Ref. Expediente N° NC2020/0013959

Que en el presente caso las reivindicaciones 1 a 14 incluidas en el radicado bajo el N° NC2024/0010864 el 9 de agosto de 2024, no cumplen los requisitos indicados. Lo anterior, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

Objeto de la invención

El problema planteado consiste en la necesidad de un método para resolver problemas de flujo de potencia óptimo con restricciones de seguridad para sistemas de gran tamaño que permita resolver el problema en un tiempo adecuado, reducir la carga del algoritmo y realizar la selección de contingencias con un mayor criterio de selección.

Para resolver dicho problema técnico, la solicitud en estudio plantea un método para la solución de problemas de flujo de potencia óptimo con restricciones de seguridad, caracterizado por: preprocesamiento de información la cual comprende una etapa de carga de información que puede ser ejecutada en paralelo por varios agentes o elementos procesadores; y una etapa de modelamiento del sistema que comprende un modelamiento de compensadores Shunt a manera de generadores reactivos; optimización de costos que incluye una etapa de cálculo de flujo de potencia óptimo (OPF), una etapa de ejecución heurística de contingencias, una etapa de redespacho iterativo y una etapa de actualización de restricciones; posprocesamiento de información que comprende una etapa de conversión donde se revierte el modelamiento de compensadores Shunt a manera de generadores reactivos según los métodos de solución convencionales de problemas de flujo de carga realizados previamente en la etapa de modelamiento del sistema.

Reivindicaciones

Teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 30 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina:

“Las reivindicaciones definirán la materia que se desea proteger mediante la patente. Deben ser claras y concisas y estar enteramente sustentadas por la descripción. (...)”

Esta oficina informa que, las reivindicaciones 1 a 14 hacen mención a un procedimiento, pero este no se define mediante una secuencia lógica de etapas y/o mediante sus condiciones técnicas esenciales.

Determinación del Estado de la Técnica

La fecha para determinar el estado de la técnica es el 9 de noviembre de 2020, que corresponde a fecha de presentación.

Consultadas las fuentes de información con que se cuenta, se encontraron los siguientes documentos que anticipan el objeto de esta solicitud:

Ítem	Documento	Título	Fecha de publicación
D1	WO 2011/112365	“Efficient Security-Constrained Optimal Power Flow (SC OPF) Analysis Using Convexification of Continuous Variable Constraints Within a Bi-Level Decomposition Scheme”	15 de septiembre de 2011



Ref. Expediente N° NC2020/0013959

D2	US 2020/0042569	"Method to Accelerate the Processing of Multiperiod Optimal Power Flow Problems"	6 de febrero de 2020
----	-----------------	--	----------------------

D1¹ divulga un esquema que utiliza la convexificación de variables continuas en el modelado del problema de flujo de potencia óptimo restringido por seguridad (SC-OPF) para crear variables discretas que permitan utilizar herramientas de generación de columnas en la solución del problema SC OPF (Resumen).

D2² divulga un método para optimizar el flujo de energía en una red de energía eléctrica (...) ejecutando el método un algoritmo de optimización de puntos interiores en un sistema informático para resolver un problema de control óptimo (...) (Resumen).

Examen de Patentabilidad

De acuerdo con lo establecido en el artículo 14 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina, en el cual se establecen los requisitos de patentabilidad objeto de la solicitud en estudio, esta Oficina presenta a continuación el análisis de los requisitos de patentabilidad.

Nivel Inventivo

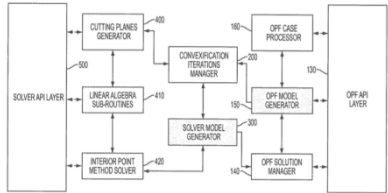
Teniendo en cuenta lo señalado en el artículo 18 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina, la reivindicación independiente 1 (NC2020/0013959 del 09 de noviembre de 2020) refiere a: *“Un método para la solución de problemas de flujo de potencia óptimo con restricciones de seguridad, CARACTERIZADO POR las siguientes fases: (...)”*. A continuación, se presenta la tabla comparativa entre el objeto reivindicado y los documentos encontrados en el estado de la técnica:

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES	D1	D2
Un método para la solución de problemas de flujo de potencia óptimo con restricciones de seguridad, CARACTERIZADO POR las siguientes fases:	La presente invención se refiere a la creación de un esquema que utiliza la convexificación de variables continuas en el modelado del problema de flujo de potencia óptimo restringido por seguridad (SC-OPF) (...) (Pág. 1, líneas 15 a 18).	Un método para optimizar el flujo de energía en una red de energía eléctrica (...) (Resumen). No menciona que el método sea con restricciones de seguridad.
a. Preprocesamiento de información (101) la cual comprende una etapa de carga de información (104) que puede ser ejecutada en paralelo por varios agentes o elementos procesadores.	La Fig. 10 es un diagrama de bloques a nivel de sistema que muestra la arquitectura específica que se emplea como resultado de utilizar la convexificación para crear un conjunto de variables discretas para resolver en el análisis SC OPF. Las entradas al análisis se muestran interactuando a través de la capa API de OPF (130), definida como administrador de soluciones OPF (140), generador de modelos OPF (150) y procesador de casos OPF (160). El administrador de soluciones OPF (140) y el procesador de casos OPC (160) proporcionan entradas al generador de modelos OPF (150) (Pág. 27, líneas 21 a 26; Fig. 10).	El método de la presente invención ejecuta un algoritmo de optimización de puntos interiores en un sistema informático para resolver el problema de control óptimo definido durante un período de tiempo de interés T, donde la función objetivo asociada con el problema de control óptimo representa el consumo total de combustible de los generadores para el periodo de tiempo de interés T (Pág. 5, Párr. 0078).

¹<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/044564060/publication/WO2011112365A2?q=WO2011112365>
²<https://patents.google.com/patent/US20200042569A1/en?q=US20200042569>



Ref. Expediente N° NC2020/0013959

	 FIG. 10	
Una etapa de modelamiento del sistema (105) que comprende un modelamiento de compensadores Shunt a manera de generadores reactivos.	El modelo de caso base utiliza el siguiente conjunto de parámetros: (...) Selección de transformador de CA y toma fasorial y derivación shunt (...) (Pág. 5 línea 32 a Pág. 6, línea 2). Condensador de derivación (16): (...) puede ser fijo o "conmutado", tiene un valor positivo y modera la potencia "neta" activa y reactiva producida en el bus. Inductor de derivación (18): (...) puede ser fijo o "conmutado", tiene un valor negativo y modera la potencia "neta" activa y reactiva producida en el bus (Pág. 6, líneas 13 a 16).	(...) en donde los parámetros para la optimización incluyen una matriz de admitancia basada en una impedancia de rama y una admitancia en derivación shunt fija, y clasificaciones de capacidad de flujo (Pág. 12, reiv. 10).
b. Optimización de costos (102) que incluye una etapa de cálculo de OPF (106), una etapa de ejecución heurística de contingencias (107), una etapa de redespacho iterativo (108) y una etapa actualización de restricciones (109).	La Fig. 9 es un diagrama de flujo de este proceso y comienza en el paso (90) con la solución del "caso base" (...) A continuación, se desarrolla el conjunto maestro de todos los casos de contingencia posibles (etapa 92), (...) En este punto, se entra en el "bucle interno" del proceso (paso 94) para encontrar contingencias graves sucesivas que se añadirán a la solución del problema del caso base (...) En este punto, el proceso entra en el bucle global externo. Luego se agrega la 'firma' de esta contingencia grave al subconjunto SC OPF (paso 106) y se resuelve el problema SC OPF (paso 108), incluyendo la actualización del control preventivo en el conjunto maestro (paso 110) (...) (Pág. 22, línea 20 a Pág. 23, línea 2).	Uno de los objetivos más frecuentes del problema MPOPF es minimizar el costo de generación (...) (Pág. 3, Párr. 0059). El problema de optimización resultante es un problema de optimización no lineal general (...) (Pág. 4, Párr. 0074). El cálculo de la dirección de búsqueda se obtiene mediante un método de Newton amortiguado aplicado en las condiciones KKT (19). Sea k el contador de iteraciones del problema (IP(μ)). La iteración de actualización de la solución (x^{k+1}, s^{k+1}, λ_E^{k+1}, λ_I^{k+1}), se obtiene a partir de (x^k, s^k, λ^k, λ^k) y las direcciones de búsqueda (δx^k, δs^k, $\delta \lambda_E^k$, $\delta \lambda_I^k$), que se calculan a partir de la linealización de las condiciones KKT en (x^k, s^k, λ_E^k, λ_I^k), para obtener el sistema KKT (Pág. 6, Párr. 0089). No se menciona una etapa de ejecución heurística de contingencias.
c. Posprocesamiento de información (103) que comprende una etapa de conversión (110) donde se revierte el	No se menciona	(...) ejecutar un algoritmo de solución y factorización basado en complemento de Schur directo en el sistema KKT reordenado (...) devolver parámetros de



Ref. Expediente N° NC2020/0013959

modelamiento de compensadores Shunt a manera de generadores reactivos según los métodos de solución convencionales de problemas de flujo de carga realizados previamente en la etapa de modelamiento del sistema (105).		salida para los dispositivos de red, a saber, buses, cargas, generadores y dispositivos de almacenamiento como una solución del problema de control óptimo para cada uno de los intervalos de tiempo (Pág. 2, Párrs. 0021 y 0022). (...) en el que dicho algoritmo basado en el complemento de Schur utiliza una novedosa factorización LDL^T y sustitución hacia atrás del complemento de Schur global denso utilizando sólo tres vectores de bloque que reducen la complejidad del algoritmo LDL^T estándar de cúbico a cuadrático para el paso de factorización y de cuadrático a lineal para el paso de sustitución hacia atrás (...) (Pág. 12, reiv. 9).
---	--	--

D1 es considerado como el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la reivindicación 1, ya que divulga un esquema que utiliza la convexificación de variables continuas en el modelado del problema de flujo de potencia óptimo restringido por seguridad (SC-OPF) para crear variables discretas que permitan utilizar herramientas de generación de columnas en la solución del problema SC OPF.

La diferencia entre la invención definida entre la reivindicación 1 y el método divulgado en D1, consiste en el posprocesamiento de información que comprende una etapa de conversión donde se revierte el modelamiento de compensadores Shunt a manera de generadores reactivos.

El efecto que se logra al incluir específicamente el posprocesamiento de información que comprende una etapa de conversión donde se revierte el modelamiento de compensadores Shunt a manera de generadores reactivos es la corrección del factor de potencia.

Por lo tanto, el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: ¿cómo modificar el método divulgado en D1 para proporcionar la corrección del factor de potencia?

Sin embargo, el incluir el posprocesamiento de información que comprende una etapa de conversión donde se revierte el modelamiento de compensadores Shunt a manera de generadores reactivos para proporcionar la corrección del factor de potencia, ya está divulgado en D2 que se refiere a (...) ejecutar un algoritmo de solución y factorización basado en complemento de Schur directo en el sistema KKT reordenado (...) devolver parámetros de salida para los dispositivos de red, a saber, buses, cargas, generadores y dispositivos de almacenamiento como una solución del problema de control óptimo para cada uno de los intervalos de tiempo (Pág. 2, Párrs. 0021 y 0022). (...) en el que dicho algoritmo basado en el complemento de Schur utiliza una novedosa factorización $LDLT$ y sustitución hacia atrás del complemento de Schur global denso utilizando sólo tres vectores de bloque que reducen la complejidad del algoritmo $LDLT$ estándar de cúbico a



Ref. Expediente N° NC2020/0013959

cuadrático para el paso de factorización y de cuadrático a lineal para el paso de sustitución hacia atrás (...) (Pág. 12, reiv. 9).

En consecuencia, la persona normalmente versada en la materia estaría motivada a incluir el posprocesamiento de información que comprende una etapa de conversión donde se revierte el modelamiento de compensadores Shunt a manera de generadores reactivos del D2 en el método de D1, para así llegar al objeto de la reivindicación 1. Por lo cual se considera obvia.

Así mismo, D1 divulga las características de las reivindicaciones dependientes de la siguiente manera:

- Reivindicaciones 2 y 6: El modelo de caso base utiliza el siguiente conjunto de parámetros: (1) control de despacho de energía de CA y CC (es decir, flujo de generación del bus, flujo de carga del bus, flujo de energía de las ramas); (2) regulación del voltaje del bus de CA y del ángulo de fase; (3) Selección de transformador de CA y derivación y derivación de fasores; (4) Control del convertidor AC/DC (...) Al estudiar el bus de CA (10) en términos del desarrollo de una solución OPF, los principales parámetros de interés son los límites tanto para la carga (12) como para el generador (14), así como los límites para el voltaje y el ángulo de fase (...) Los principales parámetros del convertidor utilizados en el análisis OPF son: límites para todos los controles y estados del convertidor, así como la impedancia de conmutación (...) Finalmente, la OPF generalmente se realiza para un "área", que se define como un grupo de buses utilizados para definir el intercambio de energía del área y las restricciones de transferencia de energía entre áreas (...) Con estas definiciones implementadas, es posible comprender primero el caso base OPF y luego abordar los avances asociados con la presente invención en términos de convexificación de variables no convexas, permitiendo la utilización de técnicas de descomposición por generación de columnas para simplificar las iteraciones realizadas por los bucles internos y externos en el proceso de abordar contingencias en el caso base. La red eléctrica se modela mediante el gráfico estándar $N = \{V(N), E(N)\}$ donde $V(N)$ es el conjunto de buses y $E(N)$ es el conjunto de ramas (...) (Pág. 5, línea 32 a Pág. 8, línea 5).

- Reivindicaciones 3, 4 y 11: La Fig. 9 es un diagrama de flujo de este proceso y comienza en el paso (90) con la solución del "caso base" (...) A continuación, se desarrolla el conjunto maestro de todos los casos de contingencia posibles (etapa 92), (...) En este punto, se entra en el "bucle interno" del proceso (paso 94) para encontrar contingencias graves sucesivas que se añadirán a la solución del problema del caso base (...) En este punto, el proceso entra en el bucle global externo. Luego se agrega la 'firma' de esta contingencia grave al subconjunto SC OPF (paso 106) y se resuelve el problema SC OPF (paso 108), incluyendo la actualización del control preventivo en el conjunto maestro (paso 110) (...) (Pág. 22, línea 20 a Pág. 23, línea 2). La Fig. 10 es un diagrama de bloques a nivel de sistema que muestra la arquitectura específica que se emplea como resultado de utilizar la convexificación para crear un conjunto de variables discretas para resolver en el análisis SC OPF. Las entradas al análisis se muestran interactuando a través de la capa API de OPF (130), definida como administrador de soluciones OPF (140), generador de modelos OPF (150) y procesador de casos OPF (160). El administrador de soluciones OPF (140) y el procesador de casos OPC (160) proporcionan entradas al generador de modelos OPF (150) (Pág. 27, líneas 21 a 26; Fig. 10).

- Reivindicación 5: Los algoritmos OPF basados en técnicas de linealización sucesiva son ampliamente utilizados para resolver diferentes problemas en la planificación, operación y control de sistemas eléctricos (Pág. 2, líneas 5 a 7). El administrador de iteraciones de convexificaciones (200) y el generador de modelo de resolución (300) están particularmente formados para utilizar variables discretas y realizar el procesamiento

Ref. Expediente N° NC2020/0013959

binivel del bucle interno/externo del problema OPF para llegar a una solución (...) un módulo de subrutina de álgebra lineal (410) y un módulo de resolución del método de punto interior (IPM) (420) (...) (Pág. 27, línea 27 a Pág. 28, línea 2). (...) técnicas específicas, como el empleo de cortes de Benders, la descomposición primaria/dual o la descomposición de Dantzig-Wolfe en el procesamiento tanto en los bucles internos como en los externos, contribuyen significativamente a mejorar el rendimiento numérico de SC OPF y abren el potencial para permitir el crecimiento en el tamaño del problema SC OPF que se está manejando (Pág. 22, líneas 8 a 11).

- Reivindicación 7: Las relaciones no convexas se someten a un proceso de convexificación que crea una solución discreta. Una de esas relaciones es la relación de la ley de voltaje para los flujos de control de ramas de CA y utiliza una representación plana compleja para crear una solución convexa de valores discretos que se puede utilizar para realizar un análisis de viabilidad de los diversos casos de contingencia (Pág. 4, líneas 4 a 8).

- Reivindicación 8: Seguirá siendo posible agregar otros puntos de anclaje a medida que la solución avance en tiempo real si el individuo que realiza el análisis determina que es útil cubrir un espacio adicional con otro rectángulo. De hecho, este concepto es la idea central de la inventiva heurística de programación entera mixta (MIP) para colocar nuevos puntos de anclaje (Pág. 15, línea 31 a Pág. 16, línea 2).

- Reivindicaciones 9 y 12 a 14: Hay dos conjuntos de contingencias involucrados en el flujo de trabajo de SC OPF: (1) el conjunto maestro de todos los casos de contingencia que se analizarán; y (2) el subconjunto SC OPF, un conjunto de contingencias que crece dinámicamente y que se actualiza con contingencias seleccionadas en cada iteración del bucle interno. El bucle interno utiliza el modelo OPF de contingencia única descrito anteriormente, resuelve el OPF de contingencia y determina si es factible (es decir, si converge). Si no es factible, el caso se define como “grave” (bajo los parámetros actuales de control preventivo) y el proceso pasa al bucle externo. Si la contingencia OPF es factible, el bucle interno recupera la siguiente contingencia a analizar y se repite (Pág. 21, líneas 18 a Pág. 22, línea 2).

- Reivindicación 10: Una heurística MIP gestionará el proceso de solución colocando puntos de anclaje y generando una convexificación del modelo OPF dentro de rectángulos de acuerdo con el siguiente flujo de trabajo: 1. Elija los puntos de anclaje iniciales 2. Resolver previamente algunas iteraciones del dual del OPF convexificado que relaja las restricciones debido a la función objetivo del OPF (es decir, resolver cualquier solución factible sin optimización) 3. Producir variables duales actualizadas y direcciones de reducción de inviabilidad 4. Generar un corte lineal para los puntos de anclaje elegidos 5. Elija un tamaño de paso hacia una dirección elegida 6. Actualice los puntos de anclaje establecidos mediante bifurcación realizando el paso elegido 7. Vuelva al paso 2 hasta que se encuentre una solución factible o la verificación de inviabilidad sea verdadera. 8. Resuelva previamente algunas iteraciones del primario del OPF convexificado 9. Producir variables primarias actualizadas y direcciones de costos reducidos. 10. Vuelva al paso 4 a menos que se encuentre la solución óptima o se alcance el límite de iteración (Pág. 16, línea 24 a Pág. 17, línea 7).

De igual manera, D2 divulga las características de las reivindicaciones dependientes así:

- Reivindicación 2: Los parámetros de entrada al método de control óptimo MPFOPT son los siguientes (...) El gráfico, el número de generadores, el número de líneas de transmisión y el número de dispositivos de almacenamiento (...) Las ubicaciones de los generadores y las ubicaciones de los dispositivos de almacenamiento (...) La

Ref. Expediente N° NC2020/0013959

conductancia y la susceptancia de la línea, así como la capacitancia en derivación y l de la línea (...) Demanda de potencia activa y reactiva en el bus (...) Límite de flujo térmico para cada línea (...) Nivel de tensión máximo y mínimo para cada bus (...) Niveles de potencia activa máximos y mínimos para cada generador (...) Niveles de potencia reactiva máximos y mínimos para cada generador (...) Límites máximo y mínimo de relación de tomas para transformador (...) Término constante, lineal y cuadrático de la función de costo de generación de energía para el generador (...) Ratios de carga y descarga para cada dispositivo de almacenamiento (...) (Pág. 3, Párrs. 0047 a 0058).

- Reivindicaciones 5 y 6: El método de la presente invención ejecuta un algoritmo de optimización de puntos interiores en un sistema informático para resolver el problema de control óptimo definido durante un período de tiempo de interés T (...) (Pág. 5, Párr. 0078). (...) Las soluciones de $(IP(\mu))$ son puntos críticos de la función lagrangiana (...) (Pág. 5, Párr. 0081). (...) en donde los parámetros para la optimización incluyen una matriz de admitancia basada en una impedancia de rama y una admitancia en derivación shunt fija, y clasificaciones de capacidad de flujo (Pág. 12, reiv. 10).

- Reivindicaciones 9 y 12: El cálculo de la dirección de búsqueda se obtiene mediante un método de Newton amortiguado aplicado en las condiciones KKT (19). Sea k el contador de iteraciones del problema $(IP(\mu))$. La iteración de actualización de la solución $(x_{k+1}, s_{k+1}, \lambda_{Ek+1}, \lambda_{lk+1})$, se obtiene a partir de $(x_k, s_k, \lambda_k, \lambda_{lk})$ y las direcciones de búsqueda $(\delta x_k, \delta s_k, \delta \lambda_{Ek}, \delta \lambda_{lk})$, que se calculan a partir de la linealización de las condiciones KKT en $(x_k, s_k, \lambda_{Ek}, \lambda_{lk})$, para obtener el sistema KKT (Pág. 6, Párr. 0089).

- Reivindicación 14: (...) donde las restricciones de igualdad, las restricciones de desigualdad y los límites de las variables de decisión se establecen para modelar los límites de operación factible de la red (Pág. 12, reiv. 16).

Las reivindicaciones dependientes 2 a 14 no mencionan alguna característica que, junto con las características de la reivindicación independiente, aporte nivel inventivo al método de la reivindicación 1, por lo cual se considera que carece de nivel inventivo.

Respuesta a los argumentos de los solicitantes

Sobre las objeciones por nivel inventivo

En lo referente a los argumentos de los solicitantes con relación al nivel inventivo de la solicitud bajo estudio en donde manifestaron que el método mencionado en la presente invención se diferencia de D1 y D2 porque en vez de considerar el uso de variables discretas y la linealización con el fin de usar programación cuadrática para resolver el problema de optimización, utiliza un modelamiento del sistema que incluye compensadores Shunt a manera de generadores reactivos y además, tiene una fase de cálculo de OPF que incluye un modelo de optimización no lineal. Complementan mencionando que la nueva reivindicación 5 expone que en la etapa del cálculo de OPF se implementa al menos un algoritmo de optimización, que preferentemente se selecciona de: algoritmo de optimización por gusano de tierra, algoritmo de enjambre de partículas, algoritmo de luciérnaga, algoritmo de punto interior y algoritmos de lógica difusa; y se implementa al menos una técnica de descomposición, que preferentemente se selecciona de: método aumentado de Lagrange, método de multiplicadores con dirección alternante y descomposición de Benders.

No obstante, esta Oficina se permite indicar que la falta de nivel inventivo de las reivindicaciones 1 a 14 aún continúa siendo pertinente, en la medida que el documento D1 divulga un método para resolver el problema de flujo óptimo de potencia con

Ref. Expediente N° NC2020/0013959

restricciones de seguridad (SC OPF), mediante una técnica de convexificación de variables continuas no convexas, como la ley de voltaje en redes AC, transformándolas en variables discretas. Esta transformación permite aplicar herramientas de programación entera mixta (MIP) y técnicas de descomposición por generación de columnas, como Benders cuts y Dantzig-Wolfe, dentro de un esquema de doble bucle (inner/outer loop) para resolver iterativamente el problema SC OPF. Ahora bien, sobre el modelado de compensadores Shunt, es preciso mencionar que D1 contempla explícitamente el modelado de capacitores e inductores Shunt (ver Págs. 5 y 6), incluyendo su efecto sobre la potencia activa y reactiva en los nodos. Por tanto, el uso de Shunts como elementos de control de potencia reactiva ya está previsto en D1, aunque no se les denomine “generadores reactivos”. En cuanto al uso de modelos no lineales, cabe indicar que D1 reconoce que el problema SC OPF es inherentemente no lineal y no convexo, y propone una técnica de convexificación para permitir su resolución mediante herramientas más eficientes. Así pues, el hecho de que la solicitud bajo estudio mantenga un modelo no lineal no representa una ventaja técnica inesperada, sino una elección de diseño que ya es conocida en el estado del arte. Finalmente, en cuanto al uso de algoritmos metaheurísticos y técnicas de descomposición, es importante señalar que D1 enseña el uso de técnicas de descomposición avanzadas, incluyendo Benders y Dantzig-Wolfe, aplicadas a un modelo discretizado del SC OPF. Aunque D1 no menciona explícitamente algoritmos metaheurísticos como los citados por el solicitante, el uso de estos algoritmos para resolver problemas de optimización no lineal es ampliamente conocido en la literatura técnica y no se considera, por sí solo, una contribución inventiva si no se demuestra una ventaja técnica inesperada o un efecto técnico particular.

Por su parte, D2 describe un método para resolver problemas de flujo óptimo de potencia multiperiodo (MPOPF) en redes eléctricas con dispositivos de almacenamiento de energía, utilizando un modelo no lineal completo (sin relajaciones convexas), un algoritmo de punto interior altamente optimizado (MPFOPT), que explota la estructura del sistema KKT, técnicas de factorización de Schur y reordenamiento estructural para reducir el tiempo y uso de memoria, modelado detallado de dispositivos de almacenamiento, incluyendo sus restricciones de carga/descarga y acoplamiento temporal. Aunque D2 no menciona explícitamente algoritmos metaheurísticos, sí aborda el uso de técnicas avanzadas de optimización no lineal y descomposición estructural, que son funcionalmente equivalentes en términos de propósito: resolver eficientemente problemas complejos de OPF. En conclusión, las diferencias alegadas por el solicitante no son suficientes para establecer actividad inventiva frente a la combinación de D1 y D2, dado que el modelado de Shunts como generadores de potencia reactiva ya está contemplado en D1 y D2, aunque con diferente terminología; el uso de modelos no lineales es central en D2, que incluso propone mejoras computacionales para resolverlos eficientemente; y las técnicas de descomposición y optimización avanzada (aunque con diferente nombre) están presentes en ambos documentos. Además, el uso de algoritmos metaheurísticos como los mencionados por el solicitante es una elección de implementación conocida en la literatura técnica y no representa una ventaja técnica inesperada. Por tanto, partiendo de las enseñanzas combinadas de D1 y D2, un experto en la materia podría haber llegado a la solución propuesta por el solicitante sin necesidad de ejercer actividad inventiva.

Finalmente, es importante recordar que las reivindicaciones son las que definen la materia que se desea proteger mediante la patente. En consecuencia, y conforme al análisis realizado en esta comunicación respecto a los requisitos de patentabilidad, se concluye que la solicitud no cumple con el requisito de nivel inventivo establecido en el Artículo 18 D486, en vista de las enseñanzas contenidas en los documentos del estado de la técnica D1 y D2.

Ref. Expediente N° NC2020/0013959

Es así como, en relación con los argumentos iniciales, se tiene que los mismos no son de recibo por parte de esta Oficina, en la medida que la solicitud no cumple con el requisito de nivel inventivo y, por lo mismo tales argumentos son insuficientes para otorgar la patente solicitada.

Que de acuerdo con la modificación presentada por los solicitantes en el escrito radicado bajo el N° NC2024/0010864 el 9 de agosto de 2024 y teniendo en cuenta el objeto de la solicitud, se modifica el título de la invención el cual quedará de la siguiente manera: "MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN CON TÉCNICA DE DESCOMPOSICIÓN RÁPIDA Y ADECUACIÓN DE RESTRICCIONES, CON APLICACIONES EN FLUJO DE POTENCIA ÓPTIMO CON RESTRICCIONES DE SEGURIDAD".

Con fundamento en las anteriores consideraciones, la Superintendente de Industria y Comercio,

RESUELVE

ARTÍCULO 1: Denegar la patente de invención para la creación titulada:

"MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN CON TÉCNICA DE DESCOMPOSICIÓN RÁPIDA Y ADECUACIÓN DE RESTRICCIONES, CON APLICACIONES EN FLUJO DE POTENCIA ÓPTIMO CON RESTRICCIONES DE SEGURIDAD"

ARTÍCULO 2: Notificar el contenido de la presente resolución a GERS S.A. y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA advirtiéndole que contra ella procede el recurso de reposición, ante la Superintendente de Industria y Comercio, el cual podrá ser interpuesto en el momento de la notificación o dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a ella.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., el 30 de octubre de 2025

LA SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO,



Firmado digitalmente
por: CIELO ELAINNE
RUSINQUE URREGO
Fecha: 2025.10.30
17:05:41 COT
Razón: Validez jurídica.
Ubicación: Bogotá,
Colombia.