



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E S C I E N T I A H O M I N I S S A L U S "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**ESTUDIO DE COLAPSO DE VOLTAJE DEL SISTEMA
NACIONAL INTERCONECTADO PARA EL AÑO 2014 MEDIANTE
UNA APLICACIÓN DESARROLLADA EN MATLAB**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA ELÉCTRICA**

GABRIELA CRISTINA CABRERA CELI
gccabrerac@gmail.com

DIRECTOR: DR. JESÚS AMADO JÁTIVA IBARRA
jesus.jativa@epn.edu.ec

Quito, Septiembre 2015

DECLARACIÓN

Yo GABRIELA CRISTINA CABRERA CELI, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

GABRIELA CRISTINA CABRERA CELI

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por GABRIELA CRISTINA CABRERA CELI, bajo mi supervisión.

DR. JESÚS JÁTIVA IBARRA
Director del Proyecto de Titulación

AGRADECIMIENTO

Al Doctor Jesús Játiva, director de este proyecto, por sus enseñanzas, apoyo y amistad.

A la Escuela Politécnica Nacional por la formación profesional y personal adquirida.

A mis amigos, que han hecho de estos años una experiencia grata de alegrías, locuras y muchas veces tristezas pero todos recuerdos que jamás se olvidarán.

A las personas que fueron parte de este proceso, aquellas que me dieron ánimos e impulso para hoy estar aquí y poder cumplir este reto.

A las personas más importantes en mi vida, mi familia, cada uno algún día me ayudó con palabras de aliento, consejos o experiencias que me animaron a culminar esta meta. En especial a mis padres por sus esfuerzos incalculables, a pesar de los problemas y la distancia. Gracias por su ejemplo de lucha, responsabilidad, amor y cuidado porque me permitieron y permitirán ser mejor cada día. A mis hermanos, por las experiencias y juegos compartidos, por su ayuda y espero poder ser un ejemplo en su vida para que cumplan con sus sueños a pesar de las circunstancias, además unidos siempre lo haremos mejor. A Gonzalo, por su paciencia, amor y apoyo en estos años, por su ejemplo de superación y fortaleza para no desmayar ante obstáculos en la vida. A mis sobrinos Leo, Gabriel y a mi hija Amelie por sus sonrisas, juegos y acciones que me han alegrado y llenado mi vida.

DEDICATORIA

A toda mi familia en especial:

A mis padres Gabriel y Luz

A mis hermanos y sobrinos, Daniela, Ricardo, Leo y Gabriel

A mi esposo, Gonzalo

A mi hija, Amelie

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 ALCANCE.....	3
 CAPÍTULO 2	4
CONCEPTOS TEÓRICOS BÁSICOS.....	4
2.1 FLUJOS DE POTENCIA	4
2.1.1 MODELACIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO	4
2.1.1.1 Transformadores	4
2.1.1.1.1 Transformador de dos devanados con cambiadores de taps.....	6
2.1.1.1.2 Transformador de tres devanados con cambiadores de taps	7
2.1.1.2 Generadores Sincrónicos [5]	8
2.1.1.2.1 Generador de rotor cilíndrico	8
2.1.1.2.2 Generador de polos salientes	10
2.1.1.2.3 Límites Operativos de Generadores [6].....	12
2.1.1.2.3.1 Límites por potencia máxima.....	12
2.1.1.2.3.2 Límites por potencia mínima.....	12
2.1.1.2.3.3 Límite por corriente de armadura nominal.....	14
2.1.1.2.3.4 Límite por corriente de campo	14
2.1.1.2.3.5 Límite por margen de estabilidad en estado estable (MEEE) [9],[10].....	16
2.1.1.2.3.6 Límite por voltaje de servicios auxiliares [9].....	19
2.1.1.3 Líneas de Transmisión.....	22
2.1.1.4 Cargas	22
2.1.1.5 Compensación Reactiva	22
2.1.2 SOLUCIÓN DE FLUJOS DE POTENCIA [12]	23
2.1.2.1 Método de Newton Raphson [2].....	23

2.1.2.2	Cálculo del Jacobiano	25
2.1.2.2.1	Elementos fuera de las diagonales.....	25
2.1.2.2.2	Elementos de las diagonales.....	25
2.2	ESTABILIDAD EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	26
2.2.1	INTRODUCCIÓN.....	26
2.2.2	ESTABILIDAD DE VOLTAJE.....	27
2.2.3	COLAPSO DE VOLTAJE.....	27
2.2.4	MÉTODO DE CONTINUACIÓN APLICADO A FLUJOS DE POTENCIA [15] 29	
2.2.4.1	Formulación matemática [18].....	29
2.2.4.2	Predicción [17]	31
2.2.4.3	Corrección	32
CAPÍTULO 3.....		34
PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA EL ESTUDIO DE COLAPSO DE VOLTAJE		34
3.1	DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA REALIZADO EN MATLAB.....	34
3.2	INGRESO DE DATOS DEL SISTEMA.....	34
3.3	OPCIONES DE CONFIGURACIÓN.....	37
3.4	FLUJOS DE POTENCIA	37
3.5	MÉTODO DE FLUJOS DE POTENCIA CONTINUADOS	40
3.5.1	MÉTODOLÓGÍA PARA FLUJOS DE POTENCIA CONTINUADOS.....	40
3.5.2	MÉTODOLÓGÍA PARA ENCONTRAR EL PUNTO EXACTO DE CAMBIO DE TIPO DE BARRA DE PV A PQ	46
CAPÍTULO 4.....		52
APLICACIÓN DEL PROGRAMA AL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO 2014		52
4.1	APLICACIÓN AL SISTEMA WSCC DE 9 BARRAS [20].....	52
4.1.1	RESULTADOS DEL FLUJO DE POTENCIA	54

4.1.2	RESULTADOS DE FLUJOS DE POTENCIA CONTINUADOS DEL SISTEMA WSCC.....	55
4.1.2.1	Caso 1: Sin considerar límites de los generadores	56
4.1.2.2	Caso 2: Límite de corriente de armadura nominal	57
4.1.2.3	Caso 3: Límite de corriente de campo	60
4.1.2.4	Caso 4: Límite de margen de estabilidad en estado estable	62
4.1.2.5	Caso 5: Límite de servicios auxiliares	64
4.2	APLICACIÓN AL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO 2014.....	68
4.2.1	FLUJO DE POTENCIA	68
4.2.1.1	Caso 1: Sin límites de capacidad de generadores.	68
4.2.1.2	Caso 2: Considerando límites de capacidad de centrales de generación .	69
4.2.2	RESULTADOS FLUJOS DE POTENCIA CONTINUADOS EN SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO	69
4.2.2.1	Caso 1: Con límites de generadores, sin límites de servicios auxiliares.	69
4.2.2.2	Caso 2: Con límites de generadores incluyendo servicios auxiliares	75
	CAPÍTULO 5	86
5.1	CONCLUSIONES	86
5.2	RECOMENDACIONES	88
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
	ANEXOS	91

RESUMEN

En este proyecto se presenta el análisis y estudio de colapso de voltaje para sistemas eléctricos de potencia, considerando los límites de capacidad de potencia activa y reactiva de los generadores del sistema.

El programa, desarrollado en la plataforma y lenguaje MATLAB, es utilizado para analizar la estabilidad de voltaje en estado estable, además permite la representación gráfica de las curvas V-P, las curvas de capacidad y los puntos de operación de los principales generadores del sistema eléctrico de prueba de nueve barras WSCC y en el Sistema Nacional Interconectado del Ecuador para el año 2014.

La aplicación tiene dos grandes subrutinas, la primera es la solución de flujos de potencia donde se aplica el método de Newton-Raphson y la segunda aplica el método de continuación aplicado a flujo de potencia. Este segundo método consta de dos partes: la predicción utilizando el método del vector tangente y la corrección perpendicular, los cuales son necesarios para superar la singularidad de la matriz jacobiana cuando está llegando al punto de colapso o punto de bifurcación.

Las zonas seguras de operación de los generadores sincrónicos, incluyen los límites operativos por corriente de armadura, corriente de campo, límite por margen de estabilidad en estado estable y límites de servicios auxiliares; que son considerados tanto en el flujo de potencia como en el flujo de potencia continuados.

PRESENTACIÓN

El estudio de colapso de voltaje es una herramienta muy utilizada para la planificación y operación de sistemas eléctricos de potencia. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un programa en lenguaje MATLAB para el análisis de flujos de potencia y flujos de potencia continuados tomando en cuenta las zonas seguras de operación de los generadores sincrónicos.

El programa simula flujos de potencia por el método clásico de Newton-Raphson, y obtiene las curvas V-P de colapso de voltaje por el método de predicción – corrección.

En el Capítulo 1 se presenta una introducción general, objetivos y alcance del proyecto.

En el Capítulo 2 se detalla la modelación de los elementos de la red eléctrica necesarios para el estudio de flujo de potencia, se presenta el método de flujo de potencia Newton-Raphson y el método de continuación para colapso de voltaje. Además se especifican conceptos básicos de flujos de potencia y estabilidad de voltaje.

En el Capítulo 3 se describe el programa computacional desarrollado utilizando diagramas de flujo para las principales subrutinas, la forma de ingreso de datos, las opciones de configuración así como los algoritmos realizados para flujos de potencia y el método de continuación.

En el Capítulo 4 se muestran los resultados obtenidos en el sistema de prueba WSCC de 9 barras y en el Sistema Nacional Interconectado (SNI), en los dos casos se toma en cuenta las zonas seguras de los principales generadores del SNI. Se presentan las curvas V-P para las barras de carga y generación y los diagramas de los generadores con el punto de operación.

En el Capítulo 5 se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas del proyecto realizado.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El principal problema de un sistema eléctrico de potencia es resistir ante variaciones de carga, contingencias o perturbaciones no planificadas. Estos eventos de crecimiento de carga pueden ocasionar inestabilidad en el sistema lo cual puede resultar en el colapso total del sistema. Por lo tanto el estudio de estabilidad de voltaje tiene gran importancia para la proyección del punto de colapso y operación del sistema de potencia.

Para cálculo del flujo de potencia existen varias técnicas, sin embargo por las características de velocidad de convergencia, el método de Newton – Raphson es el más usado. Al resolver el flujo de potencia se obtienen las magnitudes y ángulos de los voltajes de las barras del sistema para observar su comportamiento. Otra de las herramientas utilizadas para determinar el estado de operación de un sistema eléctrico es el método de continuación que evalúa el grado de cargabilidad que soporta un sistema hasta llegar al punto de colapso. Este permitirá conocer el valor de máxima cargabilidad en las barras del sistema. La capacidad remanente de potencia de un generador se puede monitorear mediante el seguimiento del punto de operación dentro de las zonas seguras de operación de una central de generación.

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El Sistema Nacional Interconectado del Ecuador, en los últimos años, ha tenido niveles inadmisibles de voltajes en algunas áreas, incrementando el número de apagones parciales asociados a problemas de colapso de voltaje. Por esta razón es importante determinar mediante modelación y simulación las zonas donde existe mayor incidencia de este problema.

La ejecución de este proyecto permite determinar la influencia de las nuevas centrales de generación eléctrica que ingresarán hasta el año 2014, en el comportamiento de los perfiles de voltaje de las barras del sistema eléctrico ecuatoriano.

El análisis de estabilidad de voltaje inicia con la modelación de los componentes del sistema para después utilizar el método de continuación aplicado a flujos de potencia. El problema de flujos considera la presencia de barras de generación, carga y compensación. Las barras de generación tienen un proceso asociado a la disponibilidad de potencia reactiva para un valor de potencia activa definido por el crecimiento de la carga. La interconexión con Colombia será tratada ya sea como un generador equivalente en caso de importación o como carga equivalente para exportación.

Los resultados obtenidos en forma de curvas voltaje de barra en función de la potencia activa de la carga, denominadas curvas V-P, permiten definir las zonas del Sistema Nacional Interconectado (SNI) más débiles y propensas a tener colapsos de voltaje por crecimiento de la carga eléctrica.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio de colapso de voltaje del Sistema Nacional Interconectado SNI para el año 2014 mediante el método de continuación aplicado a flujos de potencia con un programa computacional desarrollado en Matlab.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Modelar los componentes del sistema nacional interconectado que permitan reflejar su desempeño frente al crecimiento de la carga eléctrica. Se modelarán las centrales de generación, subestaciones de transformación, líneas de transmisión y carga eléctricas en el rango de frecuencia del análisis de colapso de voltaje mediante flujos de potencia. Se incluirá la modelación de los sistemas auxiliares de centrales termoeléctricas a vapor.

- Desarrollar una herramienta computacional utilizando el método de continuación aplicado a flujos de potencia para análisis de colapso de voltaje de sistemas eléctricos de potencia.
- Aplicar el programa de colapso de voltaje al Sistema Nacional Interconectado con la topología de red, generación y carga estimadas para el año 2014, para determinar las curvas V-P en las barras de carga del SNI para el año 2014.

1.3 ALCANCE

El presente proyecto consiste en el estudio de colapso de voltaje del Sistema Nacional Interconectado para la topología del año 2014. El proyecto empieza con la modelación de centrales de generación, subestaciones de transformación, líneas de transmisión y cargas eléctricas. Se considera la modelación de los equipos de los sistemas auxiliares de centrales eléctricas y el crecimiento de carga en las barras de entrega a los sistemas eléctricos de las empresas distribuidoras.

Se desarrolla un programa computacional del método de continuación aplicado a flujos de potencia tomando como base el algoritmo de Newton-Raphson, para determinar el comportamiento en estado estable de sistemas eléctricos de potencia debido a incrementos de potencia en carga y generación. Se considera en los códigos computacionales la modelación de las zonas seguras de operación de las centrales de generación.

Finalmente el programa es utilizado para obtener perfiles de voltaje en las barras de carga y márgenes de cargabilidad de la red con la topología de la red, carga y generación estimadas del Sistema Nacional Interconectado para el año 2014.

CAPÍTULO 2

CONCEPTOS TEÓRICOS BÁSICOS

2.1 FLUJOS DE POTENCIA

El flujo de potencia de un sistema eléctrico en estado estable consiste en encontrar la solución de magnitudes y ángulos de voltajes en un instante donde la generación abastezca a la carga del sistema con las pérdidas, los voltajes en cada barra se encuentre dentro de ciertos límites, además que los generados operen dentro de sus límites de capacidad de potencia activa y reactiva, finalmente un flujo de potencia exitoso conseguirá que tanto líneas como transformadores no se sobrecarguen [1].

Por lo tanto en cada una de las barras del sistema se debe obtener la demanda, la potencia generada y magnitud y fase de los voltajes a los que está funcionando el sistema. Estos últimos son llamados variables de estado debido a que reflejan el estado operativo en punto de operación del sistema eléctrico [2].

2.1.1 MODELACIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

2.1.1.1 Transformadores

Los transformadores son utilizados para cambiar los niveles de voltaje en las distintas etapas del sistema eléctrico. Estos equipos pueden controlar flujos de potencia reactiva y activa del sistema mediante el cambio de los valores de taps y cambiadores de fase respectivamente. Un transformador monofásico real consta de un lado primario y un secundario, la rama de conductancia G_c en paralelo con la susceptancia de magnetización B_m con un transformador ideal Figura 2.1. [3]

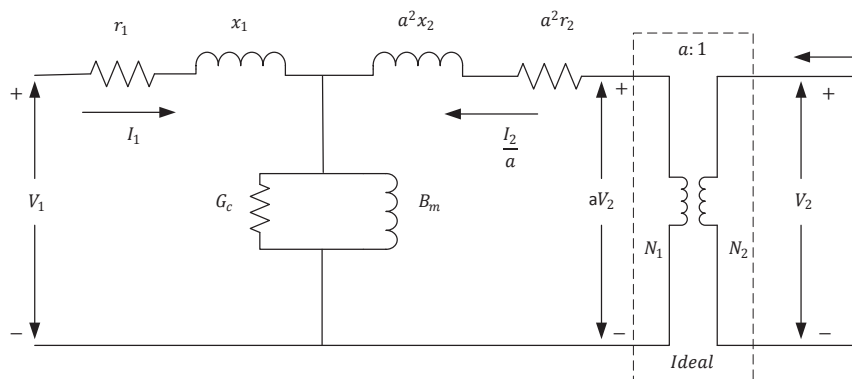


Figura 2.1. Circuito equivalente de un transformador monofásico con transformador ideal [3]

La rama de magnetización se la puede eliminar debido a que la corriente de magnetización que circula es muy pequeña con respecto a la corriente de carga. Por lo tanto al omitir este aspecto se obtiene el circuito equivalente de un transformador de la Figura 2.2.

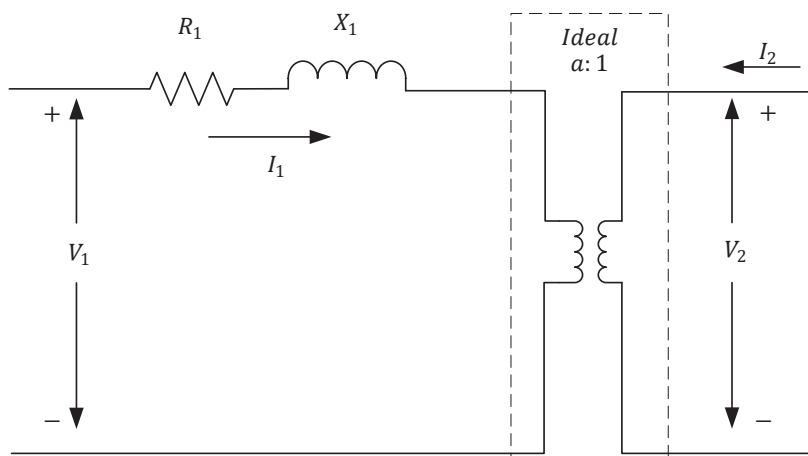


Figura 2.2. Circuito equivalente del transformador despreciando la corriente de magnetización [3]

Para obtener el equivalente de la figura anterior se consideran las siguientes ecuaciones:

$$R_1 = r_1 + a^2 r_2 \quad (2.1)$$

$$X_1 = x_1 + a^2 x_2 \quad (2.2)$$

2.1.1.1.1 Transformador de dos devanados con cambiadores de taps

El modelo generalizado de un transformador con taps e impedancias en los dos niveles de voltaje se muestra en la Figura 2.3.

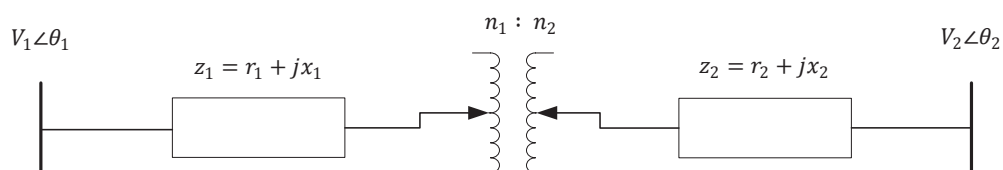


Figura 2.3. Modelo de un transformador con taps

Donde:

z_1, z_2 : Impedancias del primario y secundario respectivamente.

n_1, n_2 : Cambiador de taps del primario y secundario respectivamente.

V_1, V_2 : Voltaje en cada terminal.

θ_1, θ_2 Ángulos en cada terminal.

El modelo de la Figura 2.3 se puede representar en un modelo π como se muestra en la Figura 2.4 para el análisis de flujos de potencia.

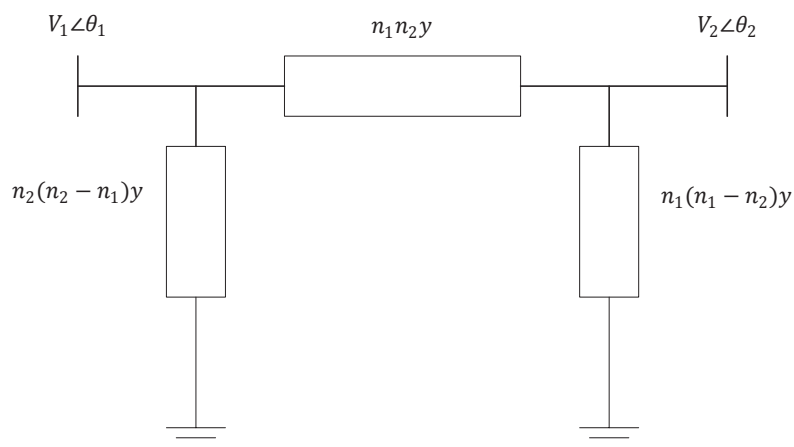


Figura 2.4. Modelo π generalizado de un transformador con taps

Donde:

$$y = \frac{1}{n_1^2 z_2 + n_2^2 z_1} \quad (2.3)$$

y: Admitancia de excitación del transformador.

Para este proyecto se tomará en cuenta un solo tap en el primario y la impedancia del transformador en el secundario.

2.1.1.1.2 Transformador de tres devanados con cambiadores de taps

La Figura 2.5 muestra el circuito equivalente de un transformador de tres devanados con taps. Este modelo consta de tres impedancias conectadas a un punto ficticio y el tap conectado al lado contrario de la impedancia [4].

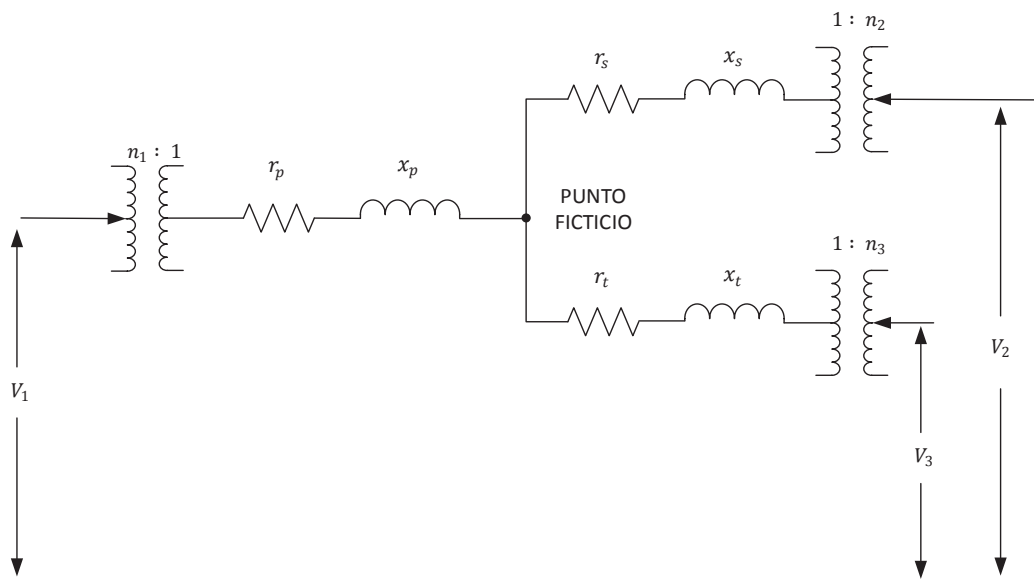


Figura 2.5. Circuito equivalente de un transformador tridevanado

Las impedancias equivalentes obtenidas mediante pruebas de cortocircuito son:

- z_{ps} Impedancia de dispersión medida en el primario, con el secundario cortocircuitado y el terciario abierto.
- z_{pt} Impedancia de dispersión medida en el primario, con el terciario cortocircuitado y el secundario abierto.
- z_{st} Impedancia de dispersión medida en el secundario con el terciario cortocircuitado y el primario abierto.

Con todas las impedancias en ohmios referidas al mismo voltaje base [4], se tiene:

$$z_{ps} = z_p + z_s \quad (2.4)$$

$$z_{pt} = z_p + z_t \quad (2.5)$$

$$z_{st} = z_s + z_t \quad (2.6)$$

Por consiguiente:

$$z_p = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{pt} - z_{st}) \quad (2.7)$$

$$z_s = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{st} - z_{pt}) \quad (2.8)$$

$$z_t = \frac{1}{2}(z_{pt} + z_{st} - z_{ps}) \quad (2.9)$$

2.1.1.2 Generadores Sincrónicos [5]

Los generadores en la red eléctrica son los encargados de proveer potencia activa y reactiva al sistema. El rotor de una maquina sincrónica puede presentarse de los siguientes tipos: rotor cilíndrico y de polos salientes. La primera es más común cuando se quiere trabajar a altas velocidades, al contrario que los generadores de polos salientes [2].

2.1.1.2.1 Generador de rotor cilíndrico

El circuito equivalente para modelar un generador sincrónico de rotor cilíndrico únicamente toma en cuenta la resistencia y reactancia en serie como se muestra en la Figura 2.6:

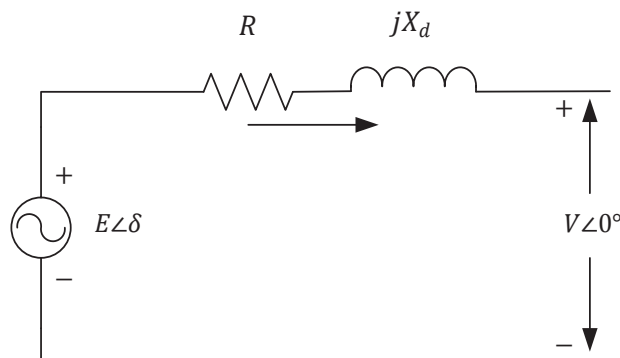


Figura 2.6. Modelo de generador de rotor cilíndrico [3]

Se omite la resistencia del generador, debido a que es demasiado pequeña comparada con el valor de la reactancia. Por lo tanto queda de la siguiente manera:

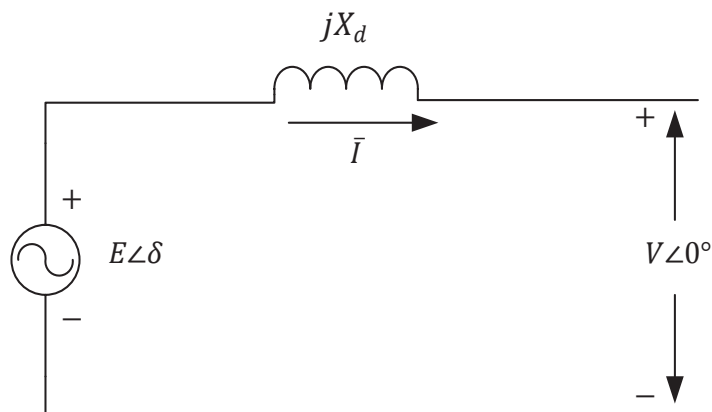


Figura 2.7. Modelo generador sincrónico de rotor cilíndrico

Donde:

$$\bar{E} = \bar{V} + jX_d \bar{I} \quad (2.10)$$

La expresión 2.10 se representa en un diagrama fasorial como se muestra en la Figura 2.8.

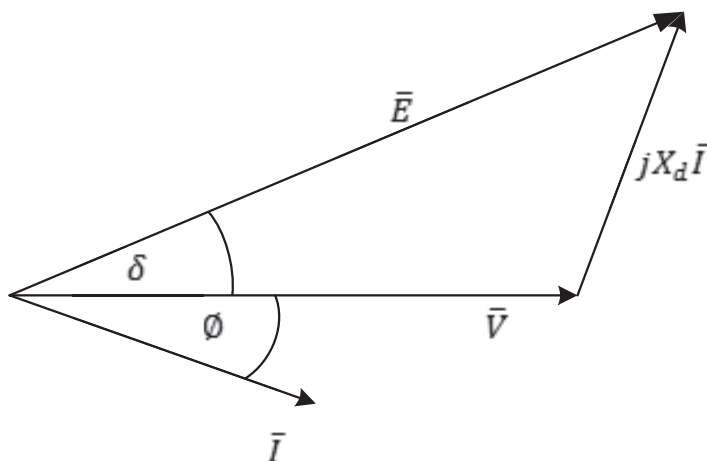


Figura 2.8 Diagrama fasorial de un generador sincrónico rotor cilíndrico

La potencia compleja entregada por el generador sincrónico de rotor cilíndrico será:

$$S = P + jQ = \bar{V} \cdot \bar{I}^* \quad (2.11)$$

Si se realiza el flujo de potencia en la figura anterior se obtiene:

$$\bar{I} = \frac{E \angle \delta - V}{jX_d} \quad (2.12)$$

Reemplazando la corriente I en la ecuación anterior se obtiene:

$$P = \frac{E \cdot V}{X_d} \text{sen } \delta \quad (2.13)$$

$$Q = \frac{E \cdot V}{X_d} \text{cos } \delta - \frac{V^2}{X_d} \quad (2.14)$$

2.1.1.2.2 *Generador de polos salientes*

Partiendo de la Figura 2.7 se puede establecer un diagrama fasorial también para un generador de polos salientes, si a la corriente se la descompone en corriente de eje directo I_d y corriente de cuadratura I_q estas corrientes pertenecen a las reactancias con el mismo nombre respectivamente.

Por lo tanto:

$$\bar{E} = \bar{V} + jX_d \bar{I}_d + jX_q \bar{I}_q \quad (2.15)$$

Para el diagrama fasorial de la Figura 2.9 que se encuentra a continuación se despreja la resistencia.

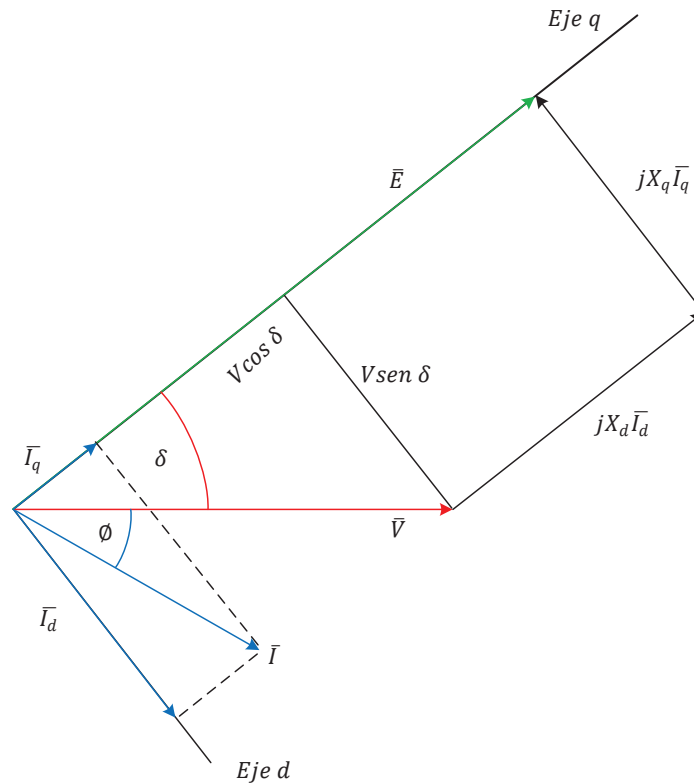


Figura 2.9. Diagrama fasorial para un generador polos salientes sin considerar resistencia

Del diagrama fasorial se tiene que:

$$\bar{I}_d = \frac{E - V \cos \delta}{X_d} \angle \delta - 90^\circ \quad (2.16)$$

$$\bar{I}_q = \frac{V \sin \delta}{X_q} \angle \delta \quad (2.17)$$

Por lo tanto se reemplaza las ecuaciones anteriores en la ecuación de potencia compleja obtenemos:

$$P = \frac{E \cdot V}{X_d} \sin \delta + \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \sin 2\delta \quad (2.18)$$

$$Q = \frac{E \cdot V}{X_d} \cos \delta + \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \cos 2\delta - \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} + \frac{1}{X_d} \right) \quad (2.19)$$

Para conservar la vida útil de un generador sincrónico, este se debe encontrar funcionando dentro de sus límites de capacidad los cuales evitan sobrecalentamiento de los devanados de armadura y de campo. Para resolver flujos de potencia se desprecia la reactancia del generador.

Existen tres modos de operación diferentes de los generadores en el flujo de potencia:

- $V\theta$ Se toma un solo generador de todo el sistema, en cuya barra el voltaje y ángulo permanecen constantes. Este generador servirá de referencia para la red eléctrica.
- PV Mantiene potencia activa y voltaje constantes.
- PQ Potencia activa y reactiva constantes.

2.1.1.2.3 Límites Operativos de Generadores [6]

Los límites de potencia reactiva dependen del tipo de enfriamiento de la máquina y las condiciones ambientales en las que se encuentre operando. Está limitada por cuatro condiciones:

- Límites mecánicos: potencia máxima y mínima.
- Límites eléctricos internos: corriente de armadura, corriente de campo máxima y mínima y servicios auxiliares.
- Límites eléctrico externo: margen de estabilidad en estado estable.

2.1.1.2.3.1 Límites por potencia máxima

Se refiere a la potencia máxima que puede entregar la turbina al sistema. Se obtiene a partir de la potencia nominal del generador y del factor de potencia nominal. En la Figura 2.11 se muestran los límites de potencia activa.

$$P_{max} = S_{nominal} \cdot f_p \quad (2.20)$$

2.1.1.2.3.2 Límites por potencia mínima

La restricción de potencia mínima depende de la eficiencia y el esfuerzo mecánico de la turbina. En la Figura 2.10 se muestra como al cien por ciento de la potencia si se traza una línea paralela se encuentran dos puntos en la curva que serán la potencia

máxima y mínima del generador. En el caso de una central térmica de vapor este límite viene dado por el mínimo flujo de vapor con el que puede operar la turbina. Para centrales hidroeléctricas trabajar en este límite es menos peligroso, sin embargo es importante ya que los inyectores se desgastan por los sedimentos que entran y ocasionan que los inyectores no puedan cerrarse por completo.

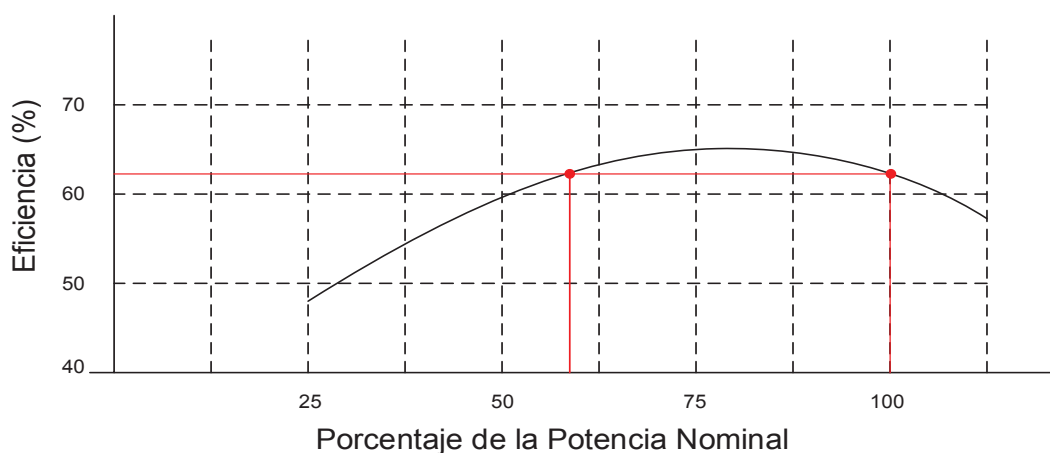


Figura 2.10. Curva de rendimiento de turbina a gas [7]

Por otro lado para las centrales hidroeléctricas el problema no es tan grave pero a largo plazo si afecta a la máquina debido a que si el nivel de agua del embalse es bajo los inyectores y álabes se desgastan por los sedimentos e incluso los inyectores no se podrían cerrar por completo.

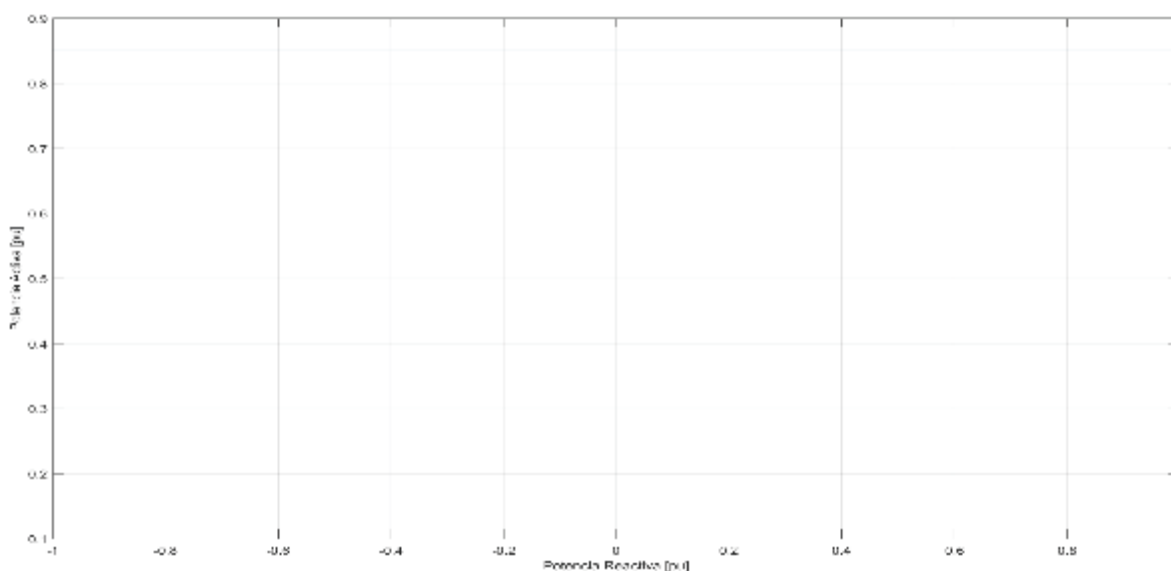


Figura 2.11. Límites de potencia activa máxima y mínima

2.1.1.2.3.3 Límite por corriente de armadura nominal

Esta restricción está definida por la corriente de armadura nominal producida y busca no violentar la potencia nominal del generador. Este límite es una semicircunferencia con radio igual a la potencia aparente nominal dada por la expresión 2.21 y centro en el origen del plano P y Q, se muestra en la Figura 2.12.[8]

$$S = P + jQ = \bar{V} \cdot \bar{I}_a^* = \bar{V} \cdot \bar{I}_a (\cos\phi + j\text{sen}\phi) \quad (2.21)$$

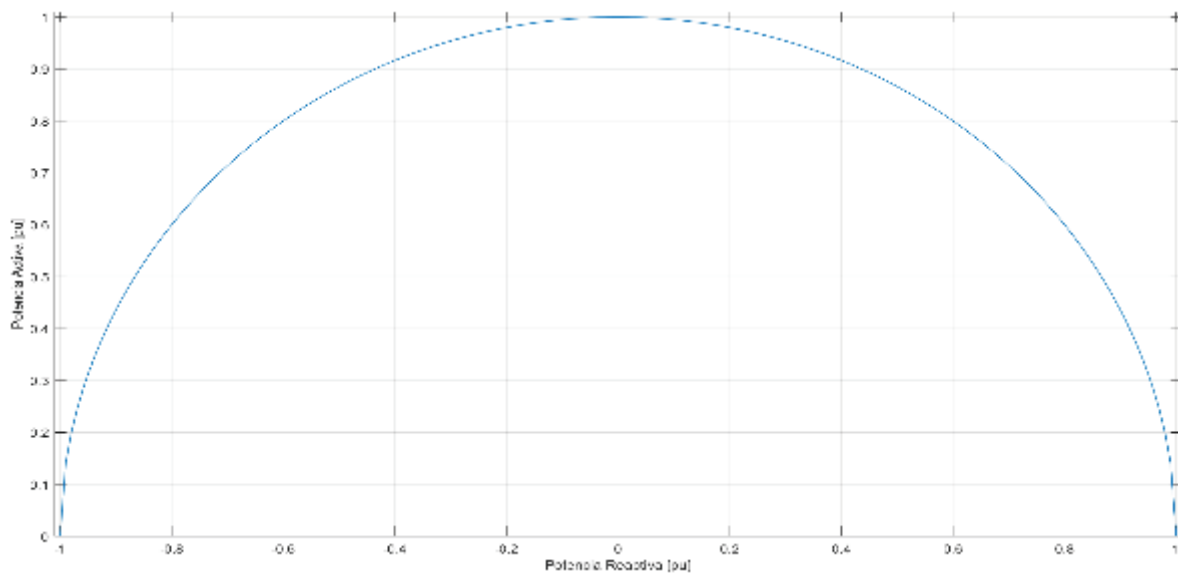


Figura 2.12. Límite por corriente de armadura

2.1.1.2.3.4 Límite por corriente de campo

El límite de corriente de campo máxima está dado por la capacidad máxima de corriente del devanado de campo. Un generador que opera sobre esta corriente presenta sobrecalentamiento en este devanado. Por otro lado, operar por debajo del límite de corriente de campo mínima produce calentamiento del hierro del estator.

Para calcular los límites de potencia reactiva máxima y mínima primero se define un lugar geométrico con el voltaje nominal de entrehierro.[8]

$$E_{m\acute{a}x} = \left[P_{nom} - \frac{V_{nom}}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \text{sen } 2\delta \right] \cdot \frac{X_d}{\text{sen } \delta} \quad (2.22)$$

El límite mínimo se obtiene de un porcentaje de $E_{m\acute{a}x}$, generalmente un 20 por ciento del voltaje interno máximo. Las expresiones para encontrar los límites de potencia reactiva máxima y mínima son [9]:

Rotor Cilíndrico

$$Q_{m\acute{a}x/mín} = \frac{E_{m\acute{a}x/mín} \cdot V}{X_d} \cos \delta - \frac{V^2}{X_d} \quad (2.23)$$

Polos Salientes

$$Q_{m\acute{a}x/mín} = \frac{E_{m\acute{a}x/mín} \cdot V}{X_d} \cos \delta + \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \cos 2\delta - \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} + \frac{1}{X_d} \right) \quad (2.24)$$

El punto de intersección del límite de corriente de armadura con el límite de corriente de campo máxima es conocido como el punto de factor de potencia nominal. Los valores nominales de la máquina tanto su factor de potencia obtenida por el ángulo y la potencia aparente (MVA). En la Figura 2.13 se muestran los límites de corriente de campo máxima y mínima.

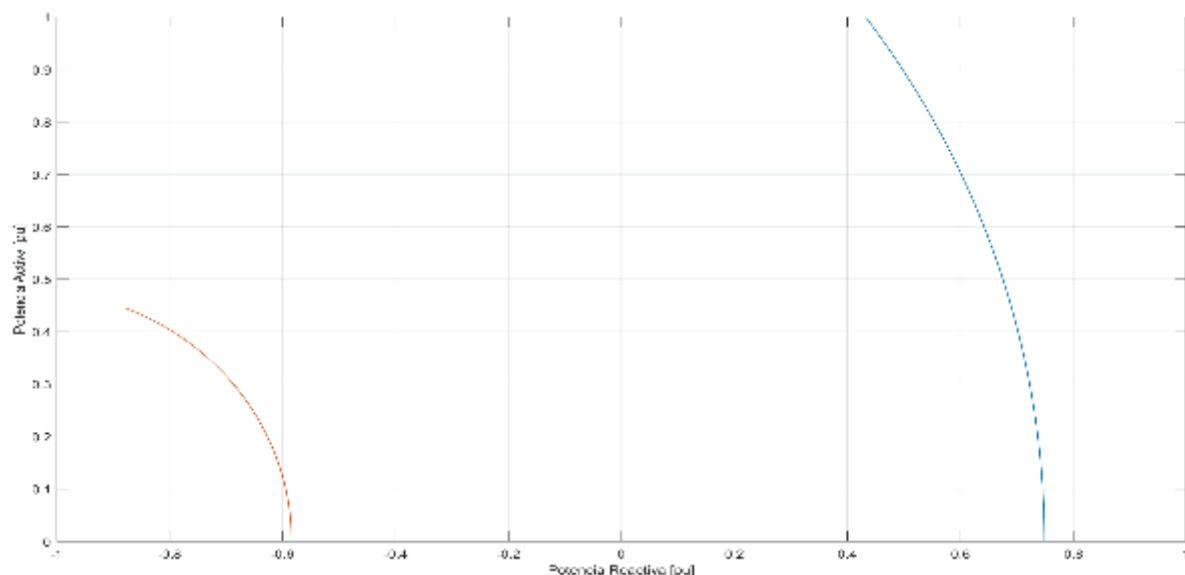


Figura 2.13. Límites de generador por corriente de campo máxima y mínima

2.1.1.2.3.5 Límite por margen de estabilidad en estado estable (MEEE) [9],[10]

El margen de estabilidad en un generador es un rango de reserva de potencia necesaria si es que un generador está trabajando en el valor máximo de potencia y cualquier cambio causaría inestabilidad en el generador y en el sistema como se observa en la Figura 2.14. La potencia a la que debería operar el generador se representa de la siguiente manera:

$$P_{Operación} = P_{máx-E} - P_{nom} \cdot MEEE \quad (2.25)$$

Siendo:

P_o Potencia de operación.

P_{nom} Potencia nominal del generador.

$P_{máx-E}$ Potencia máxima para un valor determinado de E .

$MEEE$ Margen de estabilidad en estado estable (%)

Este límite ocurre cuando el generador está operando en subexcitación. Se utiliza el 10% de la potencia nominal como MEEE.

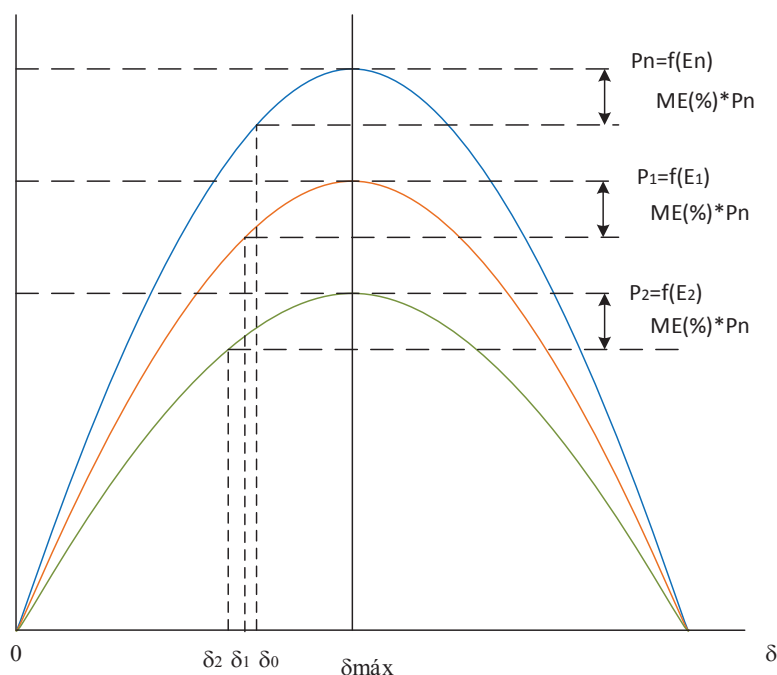


Figura 2.14. Margen de estabilidad en el plano P- δ

Se debe tomar en cuenta que el ángulo de potencia δ se debe variar para encontrar el lugar geométrico hasta encontrar un ángulo óptimo donde existe la mayor transferencia de potencia. En el caso de un generador de rotor cilíndrico el δ óptimo es 90° , como se observa en la Figura 2.15.

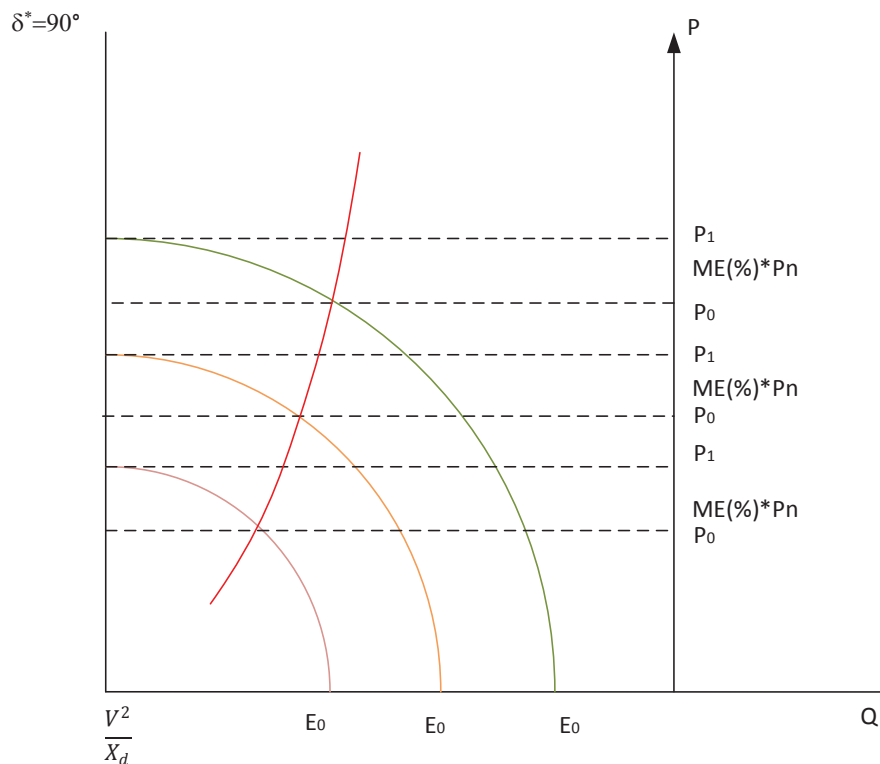


Figura 2.15. Margen de estabilidad en el plano P- Q

Para calcular el margen de estabilidad se debe encontrar a diferentes ángulos óptimos y valores de voltaje interno para una condición o varias de máxima transferencia de potencia. Por lo tanto se deriva e iguala a cero la ecuación de la potencia del generador como se muestra:

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta^*} = 0 \quad (2.26)$$

Donde:

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta^*} = \frac{E \cdot V}{X_d} \text{sen } \delta^* + \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \text{sen } 2\delta^* = 0 \quad (2.27)$$

De la expresión anterior despejando E se obtiene:

$$E_i = -\frac{V \cdot X_d \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \text{sen } 2\delta^*}{\cos \delta^*} \quad (2.28)$$

Reemplazando (2.28) en la ecuación (2.18) se tiene la potencia activa máxima:

$$P_i = \left(-V^2 \cdot \tan \delta_i \cdot \cos 2\delta_i + \frac{V^2}{2} \text{sen } 2\delta_i \right) \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \quad (2.29)$$

Con el valor del ángulo δ_i correspondiente a la potencia de operación:

$$P_o = P_{\text{máx-E}} - P_{\text{nom}} \cdot MEE = \frac{E \cdot V}{X_d} \text{sen } \delta_o + \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \text{sen } 2\delta_o \quad (2.30)$$

Para el cálculo de la potencia reactiva se despeja de la expresión anterior (2.30) el ángulo δ_o y se obtiene la ecuación (2.31):

$$Q = \frac{E_i \cdot V}{X_d} \cos \delta_o + \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \cos 2\delta_o - \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} + \frac{1}{X_d} \right) \quad (2.31)$$

En la Figura 2.16 se muestra el límite de margen de estabilidad en estado estable:

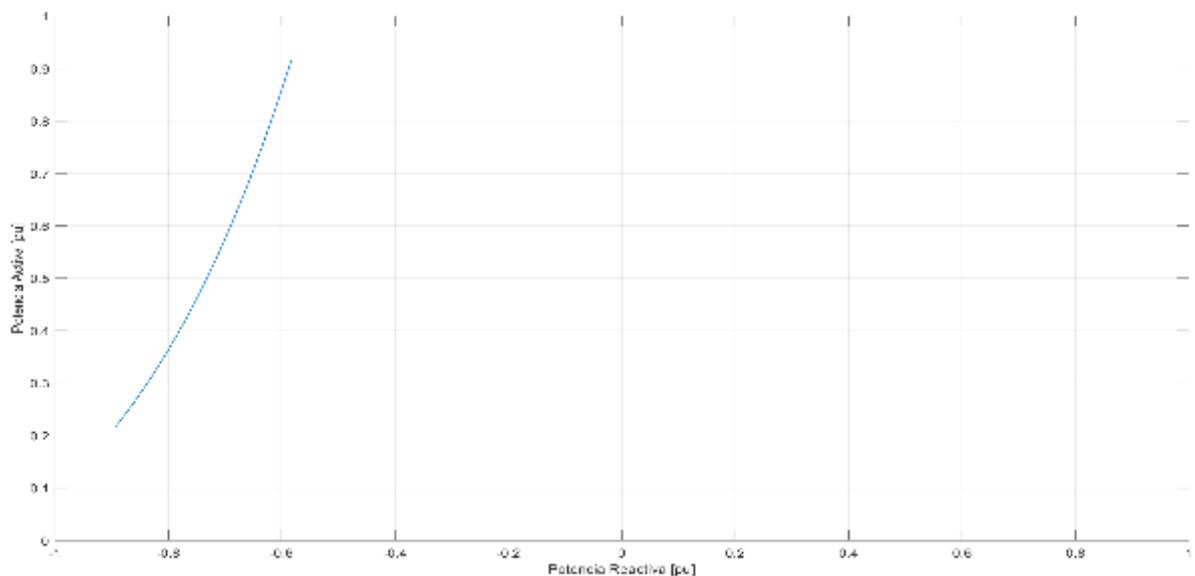


Figura 2.16. Límite de Margen de estabilidad en estado estable en generador sincrónico

2.1.1.2.3.6 Límite por voltaje de servicios auxiliares [9]

Los servicios auxiliares se comportan como carga de las centrales de generación, estos equipos se consideran de más importancia en las centrales térmicas debido a que su demanda es mayor. Para las centrales térmicas los valores de potencia son muy pequeños. Los equipos que contienen los servicios auxiliares son:

- Bombas de enfriamiento
- Bombas de alimentación
- Bombas de descarga de combustible
- Bombas de purificación
- Reguladores de voltaje y velocidad
- Sistema de ventilación

Para el cálculo de los valores de potencia de límites de servicios auxiliares es necesario correr un flujo en el sistema mostrado en la siguiente figura:

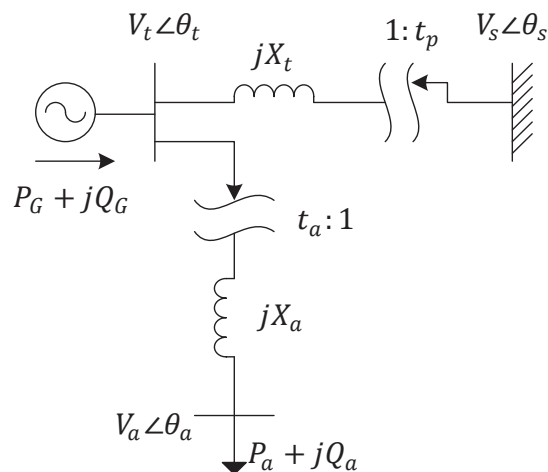


Figura 2.17. Diagrama unifilar del sistema de una central con la carga de servicios auxiliares

Para definir estos límites se define un intervalo aceptable de voltajes para la carga de servicios auxiliares. Para el cálculo se necesita datos de potencia activa y reactiva de auxiliares, voltajes máximo y mínimo de barra de auxiliares, la reactancia del transformador de auxiliares y finalmente el tap de auxiliares.

Primero se calcula un flujo de potencia desde el transformador de servicios auxiliares hacia el generador de donde se obtiene:

$$S_{at} = -P_a - jQ_a = V_a t_a \angle \theta_a \left[\frac{V_a t_a \angle \theta_a - V_t \angle \theta_t}{jX_a} \right]^* \quad (2.32)$$

Separando la expresión anterior en P_a y Q_a se obtiene:

$$P_a = -\frac{V_t V_a t_a}{X_a} \text{sen } \theta_{ta} \quad (2.33)$$

$$Q_a = -\frac{V_a t_a}{X_a} + \frac{V_t V_a t_a}{X_a} \text{cos } \theta_{ta}$$

Se despeja y se eleva al cuadrado:

$$\text{sen } \theta_{ta}^2 = (-P_a)^2 \left(\frac{X_a}{V_t V_a t_a} \right)^2 \quad (2.34)$$

$$\text{cos } \theta_{ta}^2 = \left(Q_a + \frac{V_a^2 t_a^2}{X_a} \right)^2 \left(\frac{X_a}{V_t V_a t_a} \right)^2$$

Se aplica identidades trigonométricas, se suman las expresiones anteriores y se igualan a 1 para obtener la siguiente ecuación:

$$V_t = \frac{X_a}{t_a V_a} \sqrt{P_a^2 + \left(\frac{t_a^2 \cdot V_a^2}{X_a} + Q_a \right)^2} \quad (2.35)$$

Se calcula un segundo flujo desde el generador hacia la barra infinita para obtener la ecuación de potencia reactiva que definirá los puntos de los límites de servicios auxiliares. Asumiendo $\theta_s = 0$:

$$S_{ts} = V_t t_p \angle \theta_a \left[\frac{V_t t_p \angle \theta_t - V_s \angle \theta_s}{jX_p} \right]^* \quad (2.36)$$

Se resuelve y se obtiene:

$$P_g = \frac{V_t V_s t_p}{X_p} \text{sen } \theta_t \quad (2.37)$$

$$Q_g = \frac{V_t t_p}{X_p} - \frac{V_t V_s t_p}{X_p} \cos \theta_t \quad (2.38)$$

Se despeja y se eleva al cuadrado:

$$\text{sen } \theta_t^2 = (P_g)^2 \left(\frac{X_p}{V_t V_s t_p} \right)^2 \quad (2.39)$$

$$\cos \theta_t^2 = \left(-Q_g + \frac{V_t^2 t_p^2}{X_p} \right)^2 \left(\frac{X_p}{V_t V_s t_p} \right)^2 \quad (2.40)$$

Aplicando identidades trigonométricas se suman las expresiones anteriores y se igualan a 1 para obtener la ecuación (2.41) utilizada para encontrar los lugares geométricos por servicios auxiliares en la Figura 2.18.

$$Q_g = \frac{t_p^2 \cdot V_t^2}{X_p} \mp \sqrt{\left(\frac{t_p \cdot V_s}{X_p} \right)^2 V_t^2 - P_g^2} \quad (2.41)$$

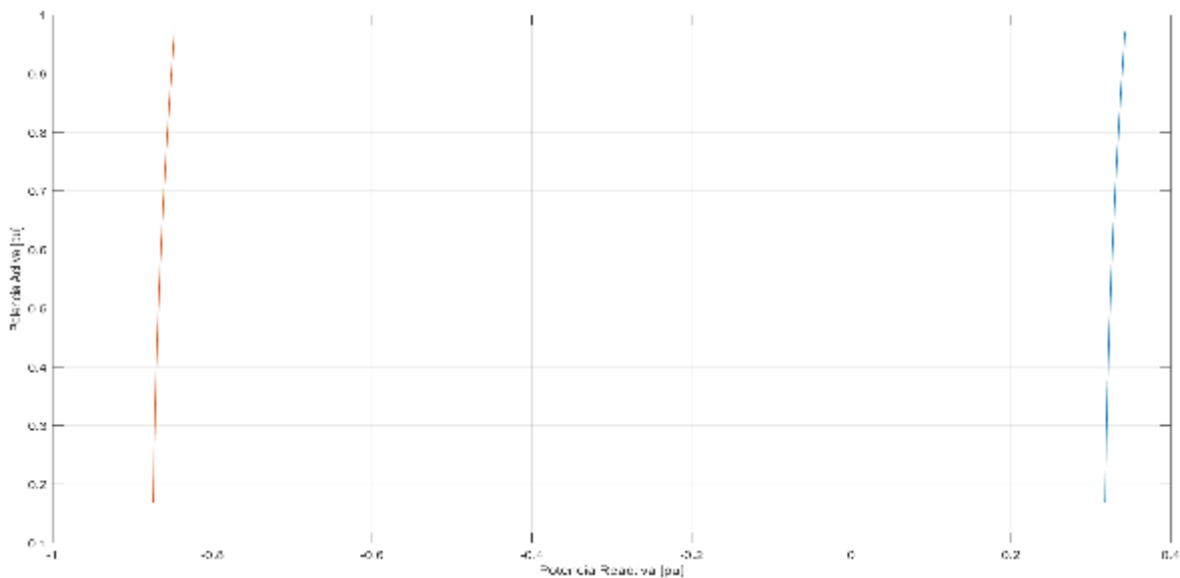


Figura 2.18. Límites de servicios auxiliares

2.1.1.3 Líneas de Transmisión

Existen tres modelos de líneas de transmisión de longitud corta, media y larga. Las líneas de transmisión de longitud corta consideran la susceptancia $B = 0$. Para el análisis de flujos de potencia se modela como una línea de transmisión de longitud media que equivale a un modelo π de parámetros concentrados como se muestra en la Figura 2.19. [11]

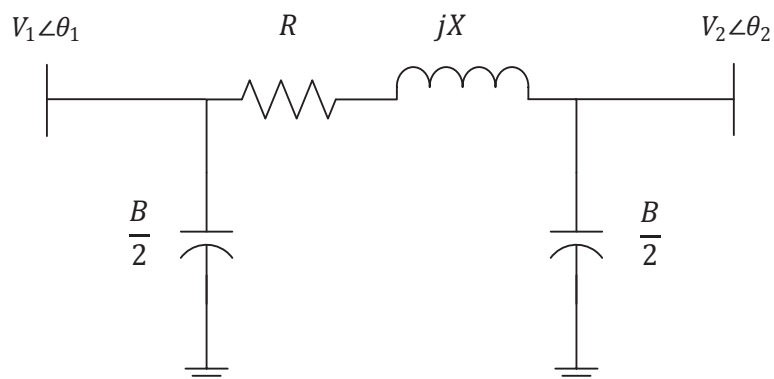


Figura 2.19. Modelo π de una línea de transmisión de longitud media

Donde:

- R Resistencia de la línea de transmisión
- X Reactancia de la línea de transmisión
- B Susceptancia de la línea de transmisión

2.1.1.4 Cargas

Para el análisis de flujos de potencia en estado estable las cargas se modelan con potencia activa y reactiva constantes. Es decir que a pesar de existir variaciones de voltaje en las barras de carga, las potencias activa y reactiva que consumen permanecen invariantes.

2.1.1.5 Compensación Reactiva

En el sistema eléctrico se puede encontrar compensación serie o en derivación. Ambos tipos de compensación pueden ser inductivos o capacitivos. La compensación serie, generalmente capacitiva, se utiliza para aumentar la capacidad de transmisión de

potencia de una línea, pues al colocar un capacitor en serie con una línea de transmisión la impedancia equivalente disminuye. La compensación paralelo sirve para controlar el voltaje en la barras, esto se logra gracias al aporte o consumo de potencia reactiva de estos elementos. Para el análisis de flujo de potencia esta compensación se modela como impedancia constante y se desprecia la conductancia.

2.1.2 SOLUCIÓN DE FLUJOS DE POTENCIA [12]

Para el análisis de flujos de potencia existen varios métodos para su solución mediante procesos iterativos como Newton – Raphson, Gauss Seidel, método desacoplado de flujos de potencia, entre otros. Sin embargo el método de Newton Raphson es el más usado porque su tiempo de convergencia es más rápido.

La solución de flujos de potencia toma en cuenta los elementos modelados en la sección 2.1.1 para encontrar los valores de voltaje y ángulo de las barras del sistema para una condición de generación y carga en un instante de tiempo.

2.1.2.1 Método de Newton Raphson [2]

Este método es una herramienta para resolver ecuaciones no lineales de manera iterativa en base de la expansión de series de Taylor. Esta serie se limita solo hasta la primera derivada [3].

$$f(x) \cong f(x^k) + F(x^k)(x^{k+1} - x^k) = 0 \quad (2.42)$$

En flujos de potencia F es el Jacobiano que corresponde a una matriz de derivadas $\partial f/\partial x$. Partiendo de un punto inicial x^0 , las variaciones Δx^k se encuentran resolviendo un sistema de ecuaciones lineales.

$$-F(x^k)\Delta x^k = f(x^k) \quad (2.43)$$

Para actualizar los valores se utiliza lo siguiente:

$$x^{k+1} = x^k + \Delta x^k \quad (2.44)$$

Al ser un método iterativo necesita un límite para que se termine el proceso:

$$\max |f_i(x^k)| \leq \varepsilon \quad (2.45)$$

Se ilustra un paso del proceso de convergencia del algoritmo en la siguiente Figura 2.20. La tangente a la curva en el primer punto x^0 encuentra el primer valor aproximado x^1 , después de aumentarle la corrección Δx [12].

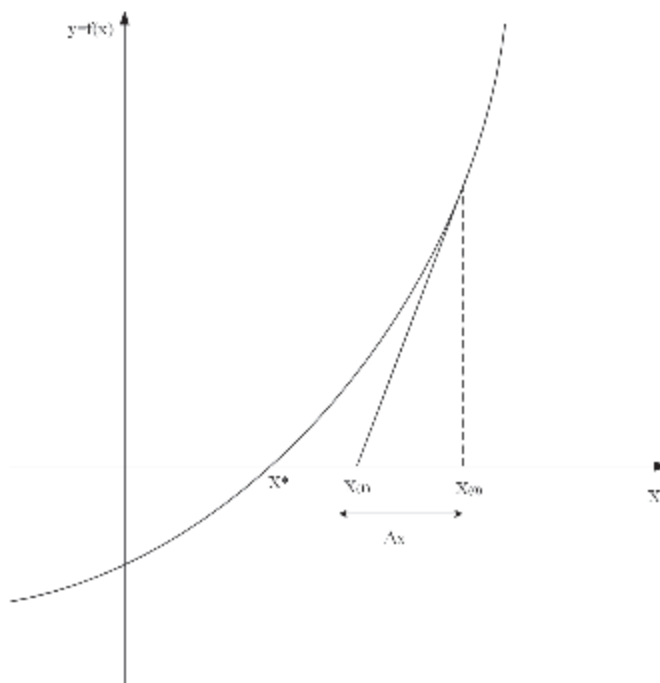


Figura 2.20. Método de Newton-Raphson

Para resolver un flujo de potencia por el método de Newton-Raphson es necesario plantear ecuaciones de potencia activa y reactiva en cada barra, además de dos ecuaciones en función de los voltajes y ángulos que expresan S.

$$\Delta S = [J] * \Delta X \quad (2.46)$$

Siendo los vectores y matrices:

- ΔS Errores de potencias de barras
- J Matriz de derivadas parciales respecto a las variables de estado de cada barra llamada Jacobiano
- ΔX Correcciones de variables de estado

2.1.2.2 Cálculo del Jacobiano

La matriz Jacobiana está compuesta por cuatro submatrices, como se muestra en la expresión 2.47.

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial \theta} & V \frac{\partial P}{\partial V} \\ \frac{\partial Q}{\partial \theta} & V \frac{\partial Q}{\partial V} \end{bmatrix} \quad (2.47)$$

2.1.2.2.1 Elementos fuera de las diagonales

$$\frac{\partial P_i}{\partial \theta_j} = V_i (G_{ij} \text{sen } \theta_{ij} - B_{ij} \text{cos } \theta_{ij}) V_j \quad (2.48)$$

$$V_j \frac{\partial P_i}{\partial V_j} = V_i (G_{ij} \text{cos } \theta_{ij} + B_{ij} \text{sen } \theta_{ij}) V_j \quad (2.49)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \theta_j} = -V_i (G_{ij} \text{cos } \theta_{ij} + B_{ij} \text{sen } \theta_{ij}) V_j \quad (2.50)$$

$$V_j \frac{\partial Q_i}{\partial V_j} = V_i (G_{ij} \text{sen } \theta_{ij} - B_{ij} \text{cos } \theta_{ij}) V_j \quad (2.51)$$

2.1.2.2.2 Elementos de las diagonales

$$\frac{\partial P_i}{\partial \theta_i} = -V_i \sum_{j=1}^n (G_{ij} \text{sen } \theta_{ij} - B_{ij} \text{cos } \theta_{ij}) V_j - B_{ii} V_i^2 \quad (2.52)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial \theta_i} = -Q_i - B_{ii} V_i^2 \quad (2.53)$$

$$V_i \frac{\partial P_i}{\partial V_i} = V_i \sum_{j=1}^n (G_{ij} \text{cos } \theta_{ij} + B_{ij} \text{sen } \theta_{ij}) V_j + G_{ii} V_i^2 \quad (2.54)$$

$$V_i \frac{\partial P_i}{\partial V_i} = P_i + G_{ii} V_i^2 \quad (2.55)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \theta_i} = -V_i \sum_{j=1}^n (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \operatorname{sen} \theta_{ij}) V_j - G_{ii} V_i^2 \quad (2.56)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \theta_i} = P_i + G_{ii} V_i^2 \quad (2.57)$$

$$V_i \frac{\partial Q_i}{\partial V_i} = V_i \sum_{j=1}^n (G_{ij} \operatorname{sen} \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}) V_j - B_{ii} V_i^2 \quad (2.58)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial V_i} = Q_i - B_{ii} V_i^2 \quad (2.59)$$

2.2 ESTABILIDAD EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

2.2.1 INTRODUCCIÓN

La estabilidad de voltaje en sistemas eléctricos de potencia abarca un sin número de tipos de análisis debido a ciertas perturbaciones que se dan en el sistema, como son: voltaje, frecuencia y ángulo. Estos análisis pueden ser en estado estable o dinámico, es decir en un instante específico de tiempo o en el dominio del tiempo. La estabilidad de frecuencia ocurre cuando el sistema no puede mantener un balance de generación - carga a una frecuencia aceptable de operación de las centrales de generación especialmente termoeléctricas.

Un análisis de estabilidad de ángulo se realiza mediante simulaciones en el dominio del tiempo. La inestabilidad de ángulo se presenta cuando hay una pérdida de sincronismo en uno o varios generadores sincrónicos. La estabilidad de voltaje está relacionada con la salida de los valores de voltaje del rango normal de operación hacia el punto de colapso. El colapso de voltaje ocurre comúnmente por la deficiencia de potencia reactiva en el sistema. Estos dos últimos tipos de inestabilidad están interrelacionados debido a que ambos se ven afectados por el control de potencia reactiva. Perturbaciones como aumentos de carga, pérdida de generación, o salida de

operación de una línea de transmisión producen incrementos del ángulo de potencia de los generadores, antes de la operación de los regulares automáticos de voltaje; es decir para una misma perturbación primero se tiene problema de estabilidad de ángulo seguida por un problema de estabilidad de voltaje a largo plazo.[13][14]

El problema de estabilidad en sistemas eléctricos de potencia está definido por la capacidad que tiene el sistema de recuperarse después de una perturbación física [4]. Los sistemas de potencia son altamente cambiantes debido a que existen continuas variaciones de carga y generación debiendo ser capaz de adaptarse a estos. Así también existen perturbaciones graves como cortocircuitos en las ramas o pérdidas de generación.

2.2.2 ESTABILIDAD DE VOLTAJE

Estabilidad de voltaje es la habilidad de un sistema de potencia para que los voltajes en las barras se mantengan estables o en un rango aceptable para que el sistema pueda operar con normalidad. Generalmente existen condiciones del sistema como aumento de carga, pérdida de líneas de transmisión o generación que causan variaciones de voltaje. El principal factor a analizarse es la potencia reactiva que demanda el sistema y que circula a través de las inductancias de los elementos que se encuentran en la red de transmisión [4].

2.2.3 COLAPSO DE VOLTAJE

El colapso de voltaje se debe a la falta de capacidad del sistema para abastecer la demanda de la red de potencia o la incapacidad de sobreponerse o mantenerse ante perturbaciones de largo plazo. Estas condiciones hacen que el sistema colapse y los voltajes estén por debajo de los valores límites.

El colapso de voltaje es un proceso de varios eventos secuenciales que causan inestabilidad en el sistema conduciendo a un escenario de operación inaceptable de la red. Cuando un sistema de potencia se somete a un repentino incremento de demanda de potencia reactiva, la potencia requerida es entregada por los generadores

y dispositivos de compensación. Sin embargo, ciertas veces no es posible cumplir con este rápido incremento de carga debido a que se acumulan varios eventos de perturbaciones en el sistema. El escenario típico para que un sistema llegue al punto colapso de voltaje: [9]

- Algunas de las unidades de generación cerca de los centros de carga quedan fuera de servicio debido a una condición anormal del sistema. Esto reduce la potencia reactiva suministrada y muchas líneas de transmisión quedan sobrecargadas.
- Pérdida de una línea de transmisión altamente cargada ocasiona que las líneas cercanas aumenten su cargabilidad. Esto ocasiona el incremento de demanda de potencia reactiva en líneas y también aumenta rápidamente para cargas por encima del SIL.
- Un resultado del cambio de taps es el incremento de potencia reactiva de salida en los generadores. Esto a largo plazo causa inestabilidad en el sistema, ya que si el punto de operación del generador se encuentra con un límite de la curva de capacidad de potencia reactiva, el voltaje terminal decrece. Por lo tanto la carga de potencia reactiva es transferida a otros generadores del sistema ocasionando sobrecarga en más generadores.

Existen varias posibles soluciones a corto plazo al problema de colapso de voltaje como:

- Cambiadores de tap bajo carga (ULTC)
- Capacitores paralelo
- Capacitores serie
- Reactores paralelo
- Condensadores sincrónicos
- Desconexión de carga
- Ingreso de generadores al sistema

2.2.4 MÉTODO DE CONTINUACIÓN APLICADO A FLUJOS DE POTENCIA [15]

La matriz jacobiana de las ecuaciones del flujo de potencia se convierte en singular en el límite de estabilidad de voltaje, es decir la diagonal de la matriz se va acercando a cero hasta que en un punto ya no se puede invertir la matriz para realizar el flujo de potencia. El método del cálculo de flujo de potencia continuado a estudiarse evita el problema de singularidad y encuentra soluciones sucesivas de flujo de potencia de acuerdo a un escenario de carga.

Este método consiste en dos pasos predicción y corrección. A partir de una solución de una base conocida, se utiliza una tangente predictora para estimar la siguiente solución para un incremento de carga específico. Mientras que el paso de corrección determina la solución exacta mediante el método de Newton-Raphson empleado para un flujo de potencia. Después, con los resultados de la corrección se realiza un nuevo paso de predicción que está especificado para una base de incremento de carga. Luego se repite el proceso hasta que el punto crítico es encontrado El proceso se observa en la Figura 2.21. [16], [17].

Las curvas V-P o perfiles de voltaje se utilizan para encontrar el punto más próximo al colapso.

2.2.4.1 Formulación matemática [18]

Inyectando potencias se puede decir que para una barra i de n barras del sistema:

$$P_i = \sum_{j=1}^n V_i(G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}) V_j \quad (2.60)$$

$$Q_i = \sum_{j=1}^n V_i(G_{ij} \sin \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}) V_j \quad (2.61)$$

$$P_i = P_{Gi} - P_{Di} \quad (2.62)$$

$$Q_i = Q_{Gi} - Q_{Di} \quad (2.63)$$

Siendo G generación y D demanda. El parámetro de variación de carga λ se introduce en la ecuación (2.64).

$$\begin{aligned}\Delta P &= P^{\text{especificado}} + \lambda P_D - P^{\text{calculado}} \\ \Delta Q &= Q^{\text{especificado}} + \lambda Q_D - Q^{\text{calculado}}\end{aligned}\tag{2.64}$$

Si se sustituyen las ecuaciones anteriores en las expresiones (2.62) y (2.63) se puede representar con el sistema de ecuaciones (2.65):

$$F(\theta, V, \lambda) = 0\tag{2.65}$$

Donde:

θ Vector de ángulos de las barras de voltaje.

V Vector de las magnitudes de voltaje en las barras.

λ Parámetro de variación de carga. La solución básica para $\lambda = 0$ es encontrada a partir del flujo de potencia. Luego se emplean los siguientes pasos.

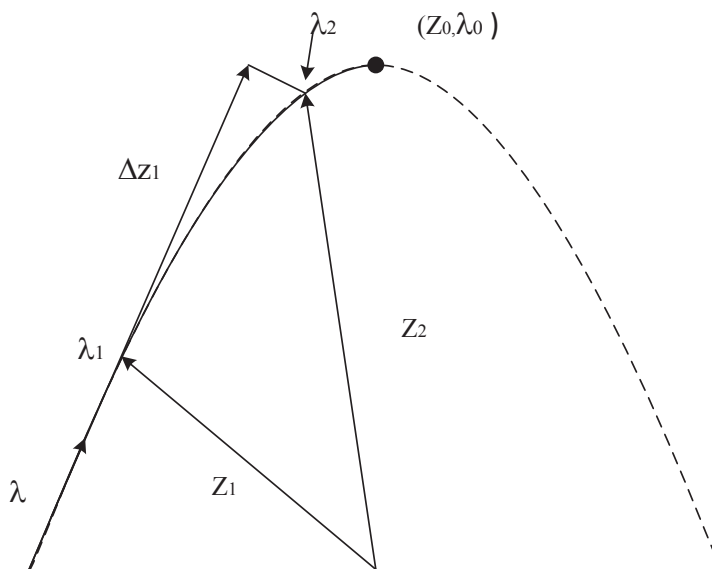


Figura 2.21. Método de continuación

2.2.4.2 Predicción [17]

El proceso de paso de predicción parte de una condición de equilibrio (z_1, λ_1) para obtener el vector de variables de estado Δz y el parámetro de continuación $\Delta \lambda$. A partir de aquel punto y $F(z_1, \lambda_1) = 0$, se tiene que:

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda} d\lambda + \frac{\partial F}{\partial z} dz = F(z_1, \lambda_1) = 0 \quad (2.66)$$

$$\frac{dz}{d\lambda} \frac{dF}{dz} = - \frac{\partial F}{\partial \lambda} \quad (2.67)$$

Por lo tanto, el vector tangente es:

$$\frac{dz}{d\lambda} = - \left(\frac{\partial F}{\partial z} \right)^{-1} * \frac{\partial F}{\partial \lambda} = \frac{\Delta z}{\Delta \lambda} \quad (2.68)$$

De aquí se obtiene el cambio de las variables de estado:

$$\Delta z = \Delta \lambda \frac{dz}{d\lambda} \quad (2.69)$$

Si se normaliza el cambio del parámetro de continuación, se tiene la ecuación (2.70):

$$\Delta \lambda = \frac{k}{\left\| \frac{dz}{d\lambda} \right\|} \quad (2.70)$$

El factor k es responsable del tamaño del paso de predicción. Se inicia desde el punto $(z_1 + \Delta z_1, \lambda_1 + \Delta \lambda_1)$, la normalización de la ecuación anterior reduce el paso mientras se va aproximando al punto de colapso. Después se corre un flujo de potencia con el fin de determinar valores de potencia activa y reactiva.

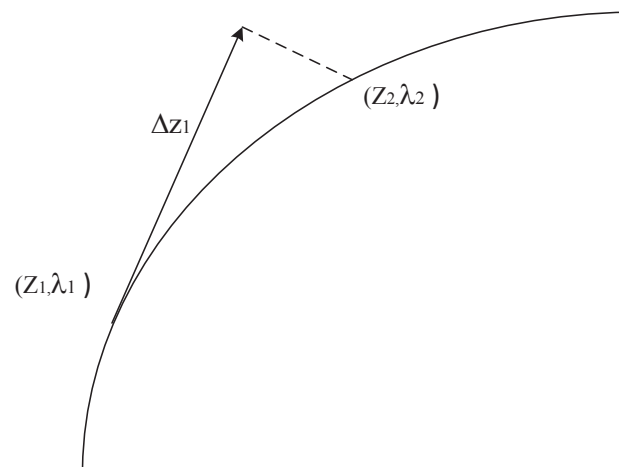


Figura 2.22. Paso de Predicción – Método de continuación

2.2.4.3 Corrección

En este paso se utiliza una intersección perpendicular a la recta tangente de predicción con dirección a la curva de solución del flujo de potencia. A partir de la suposición $(z_1 + \Delta z_1, \lambda_1 + \Delta \lambda_1)$, el siguiente punto debe ser resuelto mediante las ecuaciones (2.71) y (2.72):

$$F(z, \lambda) = 0 \quad (2.71)$$

$$\rho(z, \lambda) = 0 \quad (2.72)$$

En la primera ecuación se tiene la singularidad del Jacobiano en el punto de colapso del sistema, sin embargo la segunda ecuación permite evitar la singularidad. Para todas las barras del sistema:

$$\begin{bmatrix} D_z F & \frac{\partial F}{\partial \lambda} \\ D_z \rho & \frac{\partial \rho}{\partial \lambda} \end{bmatrix}_{(n+1) \times (m+1)} \quad (2.73)$$

El paso de corrección consiste en definir Δz_1 , con el punto inicial mencionado anteriormente y se interseca con el diagrama de bifurcación en un punto (z, λ) como se muestra en la figura 2.25.

Matemáticamente:

$$\rho(z, \lambda) = \Delta z_1^T (z - z_1 - \Delta z_1) + \Delta \lambda (\lambda - \lambda_1 - \Delta \lambda_1) \quad (2.74)$$

Al introducir el parámetro ρ se puede obtener un punto de solución en las curvas V- λ para un flujo de potencia. Sin embargo, ciertas veces el paso es muy grande al realizar la corrección; ahí se necesita un corte de paso.

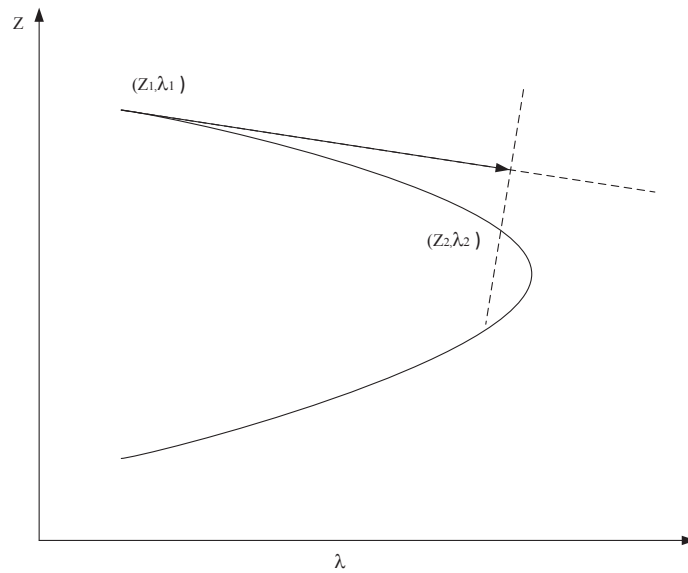


Figura 2.23. Paso de Corrección – Método de continuación

CAPÍTULO 3

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA EL ESTUDIO DE COLAPSO DE VOLTAJE

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA REALIZADO EN MATLAB

El programa desarrollado es capaz de solucionar flujos de potencia y flujos de potencia continuados mediante el método de predicción y corrección, en ambos casos tomando en cuenta los límites de capacidad de los generadores. Para la programación se utilizó el lenguaje MATLAB.

Una de las mayores ventajas que presenta MATLAB es la facilidad de trabajar con matrices, aspecto fundamental en la resolución de flujos de potencia y flujos de potencia continuados. Además de esto, el programa tiene una amplia variedad de bibliotecas como el uso de matrices dispersas, esta herramienta se utiliza en la construcción de la matriz Ybarra evitando el uso de lazos en el programa y optimizando los tiempos y recursos computacionales para su ejecución.

A nivel macro el programa puede dividirse en los módulos que se indican a continuación:

- Ingreso de datos
- Opciones de configuración
- Solución de flujos de potencia
- Flujos de potencia continuados
- Cálculo de límites de generadores sincrónicos

3.2 INGRESO DE DATOS DEL SISTEMA

Para el ingreso de datos del sistema eléctrico a ser resuelto, se deben ingresar en un archivo de EXCEL con dos hojas de cálculo. La primera hoja tiene el nombre "bus" y contiene los datos de las barras del sistema. Estos datos están agrupados con la finalidad de facilitar su comprensión. El primer grupo de datos corresponde a

los datos de barras necesarios para resolver un flujo de potencia convencional como se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Datos de barras para flujo de potencia

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
BUS_No	Número de la barra
BUS_NAME	Nombre de la barra
TYPE	Tipo de barra: VT, PV o PQ
V_pu	Voltaje inicial en por unidad
THETA_rad	Ángulo inicial en radianes
LOAD_MW	Potencia activa de la carga en MW
LOAD_MVAr	Potencia reactiva de la carga en MVAr
GEN_MW	Potencia activa de generación en MW
GEN_MVAr	Potencia reactiva de generadores en MVAr
COMP_MVAr	Compensación reactiva en MVAr

El segundo grupo de datos, contiene información adicional necesaria para la ejecución de flujos de potencia continuados, como se indica en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Datos de barras para flujos continuados

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
LOAD_dir_MW	Valor de aumento de carga en MW
LOAD_dir_MVAr	Valor de aumento de carga en MVAr
GEN_dir_MW	Valor de aumento de potencia de generación en MW

Finalmente, el último grupo de datos corresponde a los imprescindibles para determinar los límites de potencia activa y reactiva de los generadores sincrónicos como se modela en el capítulo anterior. En la Tabla 3.3 se muestran estos datos.

Tabla 3.3 Datos de barras para límites de generadores.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Xd_pu	Reactancia de eje directo del generador en por unidad en sus propias bases.
Xq_pu	Reactancia de eje de cuadratura del generador en por unidad en sus propias bases.
Vn_pu	Voltaje nominal del generador en por unidad.

Sn_MVA	Potencia aparente nominal en MVA.
Fp	Factor de potencia nominal.
Lim_Max_MW	Límite de potencia activa máxima del generador en MW.
Lim_Min_MW	Límite de potencia activa mínima del generador en MW.
Ef_min %	Porcentaje de voltaje interno mínimo con respecto al voltaje interno máximo.
ME_%	Porcentaje de margen de estabilidad en estado estable.
Paux_MW	Potencia activa que consumen las cargas de servicios auxiliares.
Qaux_MVAr	Potencia reactiva que consumen las cargas de servicios auxiliares.
Vaux_max_pu	Voltaje de auxiliares máximo en por unidad.
Vaux_min_pu	Voltaje de auxiliares mínimo en por unidad.
Xaux	Reactancia del transformador de servicios auxiliares en por unidad en la bases del generador.
TAP_n1_aux	Tap en el lado primario del transformador de auxiliares en por unidad.

Por otro lado, la segunda hoja de cálculo tiene el nombre “branch” y abarca los datos de todas las líneas de transmisión y transformadores con y sin cambiadores de taps. En la Tabla 3.4 se detallan los datos requeridos.

Tabla 3.4 Datos de barras para límites de generadores.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
FROM	Número de la barra de envío.
TO	Número de la barra de llegada.
CIRCUITS	Numero de circuitos en cada rama de transmisión.
TYPE	Tipo de rama: 1 para transformadores y 0 para líneas de transmisión
R	Resistencia de la línea de transmisión en por unidad
X	Reactancia de la línea de transmisión en por unidad
B	Susceptancia de la línea de transmisión en por unidad
TAP_n1	Tap en el lado primario del transformador
TAP_n2	Tap en el lado secundario del transformador
R1	Resistencia en por unidad en el lado primario del transformador
X1	Reactancia en por unidad en el lado primario del transformador
R2	Resistencia en por unidad en el lado secundario del transformador
X2	Reactancia en por unidad en el lado secundario del transformador

3.3 OPCIONES DE CONFIGURACIÓN

Tanto la resolución de flujos de potencia como la de flujos de potencia continuados requieren el ajuste de ciertos parámetros para su correcto funcionamiento. Los parámetros que se pueden ajustar en el programa son los siguientes:

Tabla 3.5 Parámetros de ajuste de programa.

VARIABLE	SIGNIFICADO
MAX TOLERANCE	Tolerancia máxima del flujo
toleranceCorrection	Tolerancia máxima de la corrección
nPoints	Número de puntos máximos
K	Tamaño del paso de corrección

3.4 FLUJOS DE POTENCIA

Para resolver el flujo de potencia se utiliza el método de Newton - Raphson formal [12]. La función “continuationPowerFlow” ejecuta el flujo de potencia, y cuenta con subrutinas para calcular la matriz de admitancias de barra, matriz jacobiana, y los límites de generadores sincrónicos.

La matriz de admitancias de barra de un sistema de potencia con un gran número de barras es dispersa, esto significa que una gran cantidad de elementos de la matriz son ceros. Para su construcción se utilizan las herramientas de matrices dispersas en MATLAB lo que permite optimizar los tiempos de ejecución del programa. En el Anexo II se muestra el código para la construcción de la matriz de admitancias de barra.

Para poder considerar el impacto de los límites de servicios auxiliares en el flujo de potencia se debe agregar la barra de servicios auxiliares que está conectada a la correspondiente barra de generación a través de un transformador como se muestra en la figura Figura 2.17.

El algoritmo del programa para resolver el flujo [19] sigue los siguientes pasos:

1. Importa los datos desde Excel, lee datos y asigna valores a las variables.
2. Forma la matriz Y_{barra} .

3. Cálculo de elementos del Jacobiano embebido en la sub función "jacobian"
4. Calculo de potencias activa y reactiva.
5. Cálculo de errores de potencia.
6. Cálculo de límites de capacidad de generadores
7. Cambio de tipo de barra de los generadores que han violado los límites, sub función "pvtToPq".
8. Actualizar los valores de voltajes y ángulos para obtener las correcciones.
9. Verificar si se cumplen las condiciones de convergencia, si no se cumple regresar al paso 3.
10. Exportar los valores de variables de estado y hallar los parámetros de potencia activa y reactiva de la barra slack V_{θ} .

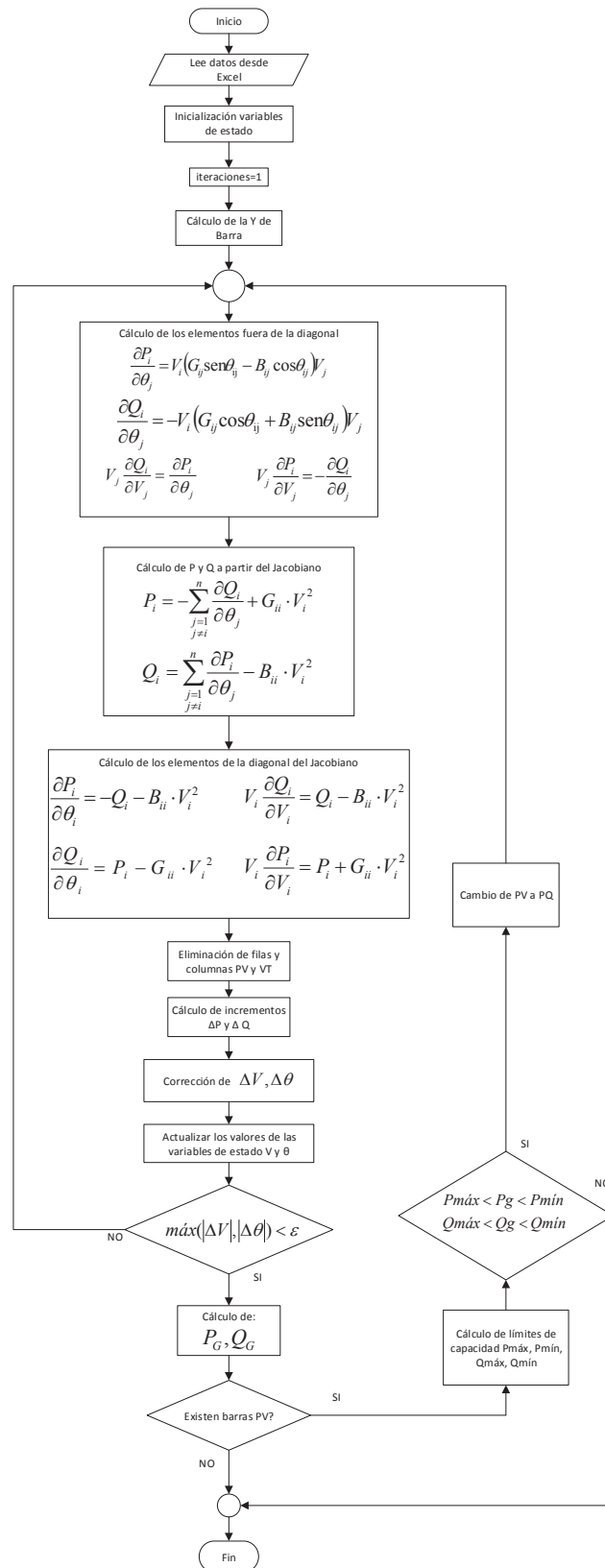


Figura 3.1 Diagrama de flujo de algoritmo para flujos de potencia

3.5 MÉTODO DE FLUJOS DE POTENCIA CONTINUADOS

Para graficar las curvas V-P de las barras del sistema se utiliza el método de continuación de flujos de potencia con los métodos de predicción y corrección perpendicular. El primer método predice un valor de las variables del sistema, mientras que el segundo método corrige la primera predicción para obtener el punto de la curva V-P.

Una primera aproximación del método de flujos de potencia continuados aplicado al análisis de colapso de voltaje es considerar que el sistema de potencia no cuenta con barras PV y que todos los generadores son barras de potencia activa y reactiva constantes. De esta forma se evita calcular los límites de potencia activa y reactiva de los generadores. El algoritmo de esta primera aproximación se presenta en la Figura 3.2.

En este proyecto se consideran los límites de operación de los generadores sincrónicos que operan como barras PV, lo que implica una mayor complejidad en el algoritmo. Esto es debido a que se necesita calcular los límites de potencia activa y reactiva, determinar si los generadores se encuentran operando dentro de sus límites y de no ser así se fijan los valores de potencia activa y reactiva en dichos límites y se cambia el tipo de barra de PV a PQ.

3.5.1 METODOLOGÍA PARA FLUJOS DE POTENCIA CONTINUADOS

Para entender de mejor manera la metodología de predicción - corrección aplicada en flujos de potencia continuados se resuelven dos puntos del sistema de potencia de la Figura 3.2 [15]

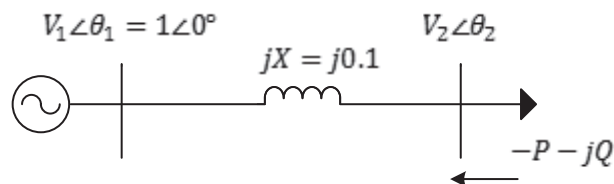


Figura 3.2. Sistema de potencia de dos barras.

a) Punto 1

El primer punto de la curva V-P corresponde al resultado del flujo de potencia. La ecuación del flujo de potencia del sistema mostrado en la Figura 3.2 es:

$$S_{21} = V_2 \angle \theta_2 \left(\frac{V_2 \angle \theta_2 - V_1 \angle \theta_1}{jX} \right)^*$$

Las variables de estado del sistema son calculadas después de resolver esta ecuación.

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ \theta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9999499 \\ -0.0100007 \end{bmatrix}$$

Se calculan los valores de P y Q como se indica en la Figura 3.1.

$$P_2 = -0.099999999$$

$$Q_2 = -9.3743857 * 10^{-7}$$

Los valores de V_2 y P_2 corresponden al primer punto de la curva V-P.

b) Punto 2

Para determinar el punto 2 y los siguientes puntos se utiliza el método de predicción - corrección aplicada a flujos de potencia continuados. En este método se agrega el parámetro de continuación a las ecuaciones de flujos potencia como se indica:

$$\Delta P = (P^{\text{especificado}} + \lambda P_D) - P^{\text{calculado}}$$

$$\Delta Q = (Q^{\text{especificado}} + \lambda Q_D) - Q^{\text{calculado}}$$

Donde P_D y Q_D son las potencias activas y reactivas del incremento de la potencia de carga, para el ejercicio se asumen valores de -0.1 y 0 respectivamente. De forma matricial, las ecuaciones se expresan de la siguiente forma:

$$F(V, \theta, \lambda) = \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \quad S_D = \begin{bmatrix} P_D \\ Q_D \end{bmatrix} \quad z = \begin{bmatrix} \theta \\ V \end{bmatrix}$$

Al derivar las ecuaciones de los flujos de potencia activa y reactiva con respecto al parámetro de continuación λ se obtiene:

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda} = S_D = \begin{bmatrix} P_D \\ Q_D \end{bmatrix}$$

Predicción

Se calcula el Jacobiano con los resultados del punto anterior, en este caso del flujo de potencia.

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \theta_2} & \frac{\partial P_2}{\partial V_2} \\ \frac{\partial Q_2}{\partial \theta_2} & \frac{\partial Q_2}{\partial V_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.9994989 & -0.100005 \\ -0.099999 & 9.9994986 \end{bmatrix}$$

Se encuentra el vector tangente aplicando la ecuación (2.68) como se indica:

$$\frac{dz}{d\lambda} = J^{-1} \cdot \frac{\partial F}{\partial \lambda} = \begin{bmatrix} -0.0100020015 \\ -0.0001000250 \end{bmatrix}$$

Se asume un paso de predicción $k=0.05$ y se resuelve la ecuación (2.70):

$$\Delta\lambda = \frac{k}{\left\| \frac{dz}{d\lambda} \right\|} = \frac{0.05}{0.0188125} = 4.998749475$$

Una vez obtenido el cambio del parámetro de continuación se obtiene el cambio de las variables de estado:

$$\Delta z = \Delta\lambda \cdot \frac{dz}{d\lambda} = 4.99875 \cdot \begin{bmatrix} -0.0100020015 \\ -0.0001000250 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.04999749 \\ -0.00050000 \end{bmatrix}$$

En el cálculo de la primera predicción, el parámetro de continuación del punto 1 λ_0 es igual a cero pues corresponde al sistema sin incremento de carga. Se actualizan los valores de voltajes, ángulos y parámetro de continuación, obtenidos del paso de predicción.

$$z = z_0 + \Delta z = \begin{bmatrix} -0.01000067 \\ 0.9999499 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.04999749 \\ -0.00050000 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.0599982 \text{ rad} \\ 0.999499 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} -3.4364^\circ \\ 0.999499 \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 0 + 4.99875 = 4.99875$$

Corrección

Con los resultados de las variables de estado de la predicción se calcula el Jacobiano y las potencias activa y reactiva para empezar el paso de corrección. En este paso se resuelve el sistema de ecuaciones (2.71) y (2.72). Al tratarse de un sistema de ecuaciones no lineales la solución es de carácter iterativo.

Iteración 1

Se calcula el Jacobiano y las potencias calculadas de la barra 2.

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \theta_2} & \frac{\partial P_2}{\partial V_2} \\ \frac{\partial Q_2}{\partial \theta_2} & \frac{\partial Q_2}{\partial V_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.97700549 & -0.5996220972 \\ -0.599321686 & 10.0079735 \end{bmatrix}$$

$$P_2 = -0.5993214$$

$$Q_2 = 0.012976999$$

Se forma el Jacobiano aumentado como se indica:

$$J_{aumentado} = \begin{bmatrix} -J & \frac{\partial F}{\partial \lambda} \\ \Delta z & \Delta \lambda \end{bmatrix}$$

$$J_{aumentado} = \begin{bmatrix} 9.97700549 & -0.599622097 & -0.1 \\ -0.5993217 & 10.007974 & 0 \\ -0.0499975 & -0.000500 & 4.99875 \end{bmatrix}$$

Se calcula las ecuaciones de errores de potencia activa y reactiva incluyendo el término dependiente del parámetro de continuación.

$$F = \begin{bmatrix} P_{especificado} \\ Q_{especificado} \end{bmatrix} + \lambda \begin{bmatrix} P_D \\ Q_D \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} P_{calculado} = V_i \sum_{j=1}^i (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}) V_j \\ Q_{calculado} = V_i \sum_{j=1}^i (G_{ij} \sin \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}) V_j \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} -0.1 \\ 0 \end{bmatrix} + \lambda \begin{bmatrix} -0.1 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0.5993214 \\ 0.012976 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5.54 \cdot 10^{-4} \\ 0.012976 \end{bmatrix}$$

Se evalúa la función ρ que se obtiene al trabajar la ecuación del producto de las pendientes del vector tangente y su perpendicular.

$$\rho = \Delta z(z - z_1 - \Delta z) + \Delta \lambda(\lambda - \lambda_1 - \Delta \lambda)$$

$$\rho = [-0.0499 \quad -0.0005] \left(\begin{bmatrix} -0.05999 \\ 0.999499 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0.010007 \\ 0.9999499 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0.0499 \\ -0.0005 \end{bmatrix} \right) = 2.0634 \cdot 10^{-9}$$

Finalmente, se obtienen los valores corregidos de variables de estado y el parámetro de continuación.

$$\begin{bmatrix} \Delta z \\ \Delta \lambda \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} f \\ \rho \end{bmatrix} \cdot J_{\text{aumentado}}^{-1}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta z \\ \Delta \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1.339486 \cdot 10^{-4} \\ -1.3045876 \cdot 10^{-3} \\ -1.489833 \cdot 10^{-6} \end{bmatrix}$$

Se calcula la tolerancia de la iteración y se compara con la tolerancia máxima.

$$\varepsilon = 1 \cdot 10^{-3} \leq \max \left\| \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta V \\ \Delta \lambda \end{bmatrix} \right\| = 1.3045876 \cdot 10^{-3}$$

Como la tolerancia obtenida es mayor que la tolerancia máxima se calcula una siguiente iteración.

Iteración 2

Para la segunda iteración del paso de corrección, primero se actualizan las variables de estado y el parámetro de continuación.

$$z = z_0 + \Delta z = \begin{bmatrix} -0.05999 \text{ rad} \\ 0.99949 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1.33949 \cdot 10^{-4} \\ -1.304588 \cdot 10^{-3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.0601 \text{ rad} \\ 0.99819 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} -3.4453^\circ \\ 0.99949 \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta \lambda = 4.99875 - 1.489833 \cdot 10^{-6} = 4.99874$$

En esta iteración se procede como en la primera y se obtienen las siguientes correcciones de las variables de estado y del parámetro de continuación.

$$\begin{bmatrix} \Delta z \\ \Delta \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2.585969 \cdot 10^{-7} \\ -1.798757 \cdot 10^{-6} \\ -9.565801 \cdot 10^{-7} \end{bmatrix}$$

$$\varepsilon = 1 \cdot 10^{-3} \leq \max \left\| \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta V \\ \Delta \lambda \end{bmatrix} \right\| = 1.798757 \cdot 10^{-6}$$

∴ Si cumple por lo tanto se puede continuar con el calculo del siguiente punto

c) Punto 3: Cerca al punto de bifurcación

Para este punto se toman valores de voltaje, ángulo y parámetro de continuación ($V = 0.7523364$, $\theta = -0.7194767 \text{ rad}$, $\lambda = 48.436462$) cercanos al punto de bifurcación.

$$J = \begin{bmatrix} 5.658703365 & -6.589912 \\ -4.9578304 & 7.5252212 \end{bmatrix}$$

$$\Delta \lambda = \frac{k}{\left\| \frac{dz}{d\lambda} \right\|} = 0.54992$$

$$z = z_0 + \Delta z = \begin{bmatrix} -0.71025 \text{ rad} \\ 0.75819 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.04175 \\ -0.02751 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.752 \text{ rad} \\ 0.73069 \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta \lambda = 48.43638 + 0.54992 = 48.436462$$

Después del paso de corrección se obtiene los siguientes valores:

$$z = z_0 + \Delta z = \begin{bmatrix} -0.773155 \text{ rad} \\ 0.715711 \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta \lambda = 48.98502$$

Como se muestra en la Tabla 3.6 a medida que el sistema se va acercando al punto de bifurcación la variación del parámetro de continuación es más pequeña. Esto se debe a que la variación $\Delta \lambda$ es inversamente proporcional a la pendiente de la recta

tangente y mientras más se acerca al punto de bifurcación tiene una mayor pendiente.

Tabla 3.6. Resultados de dos puntos curva V-P del sistema de dos barras

PUNTO 2			PUNTO 3		
$\Delta\lambda$	V	θ	$\Delta\lambda$	V	θ
4.99874	0.998193	-0.0601323	0.54992	0.715711	-0.773155

3.5.2 MÉTODOLÓGÍA PARA ENCONTRAR EL PUNTO EXACTO DE CAMBIO DE TIPO DE BARRA DE PV A PQ

El objetivo de encontrar el punto exacto de cambio de barra PV a PQ es poder determinar el valor exacto de potencia activa y reactiva que aporta el generador al sistema. Esto también resulta en hallar una curva V-P más precisa.

Este proceso de detección de los límites de los generadores se realiza una vez que se tienen los resultados de la corrección. Los datos de potencia activa de los generadores permiten calcular los límites más restrictivos de potencia activa y reactiva y posteriormente son comparados con las potencias calculadas de los generadores.

Para encontrar el punto exacto donde las barras de generación PV cambian a PQ se utiliza el algoritmo de búsqueda binaria, que consiste en dividir el intervalo donde se necesita encontrar el valor exacto en dos partes. En estos dos intervalos obtenidos se realiza la búsqueda identificando en que intervalo se encuentra y a este se vuelve aplicar el método. Este algoritmo se aplica sucesivamente hasta hallar el valor exacto. Este algoritmo de búsqueda se aplica al método de flujos de potencia continuados para determinar el valor exacto de la longitud del paso k en el que un generador cambia de PV a PQ como se describe a continuación.

En un punto de la curva V-P se detecta que un generador ha superado uno de sus límites para un valor de $k=0.1$. Si se asume que el punto exacto en el que el generador cambia de tipo es $k=0.0125$, para determinar este punto se debe hacer lo siguiente:

1. Dividir el valor de la longitud del paso para dos.

k	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
----------	---	------	------	------	------	-------------	------	------	------	------	-----

$k=0.05$

$k_0=0.1$

2. Evaluar la predicción y corrección con el valor de la longitud del paso actual.
3. Si el generador sigue superando los límites: $k=k/2$ caso contrario: $k=k_0-k/2$

k	0	0.005	0.01	0.015	0.02	0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05
----------	---	-------	------	-------	------	--------------	------	-------	------	-------	------

$k=0.025$

$k_0=0.05$

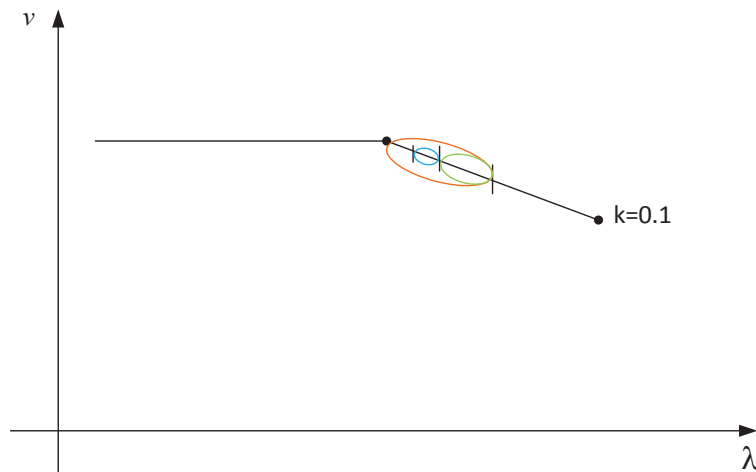
4. Se repiten los pasos 2 y 3 hasta hallar el punto exacto

k	0	0.0025	0.005	0.0075	0.01	0.0125	0.015	0.0175	0.02	0.225	0.025
----------	---	--------	-------	--------	------	---------------	-------	--------	------	-------	-------

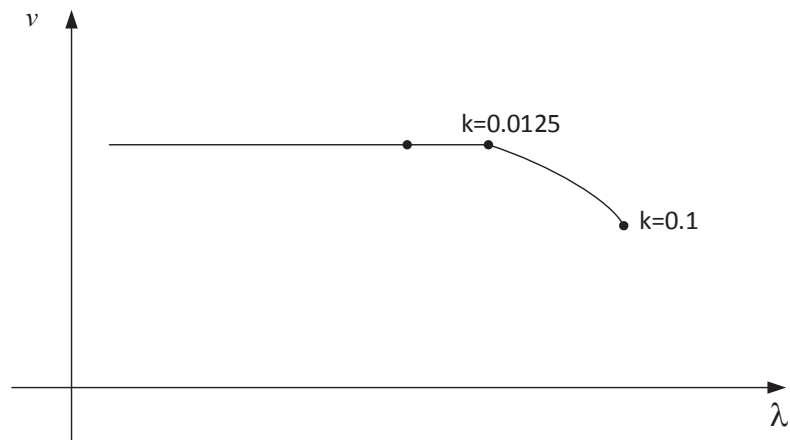
$k=0.0125$

$k_0=0.025$

Este ejemplo es un aproximación a como se utiliza el algoritmo de búsqueda binaria en el método de flujos continuados, pues en el ejemplo se asume que se conoce el valor exacto de k cuando el generador cambia de PV a PQ. En este proyecto para determinar el valor exacto de k se busca que la diferencia entre los errores de las variables de estado obtenidos con los valores k y k_0 sea menor a 10^{-3} .



a) Representación gráfica del algoritmo de búsqueda binaria



b) Curva V-P considerando el punto exacto cambio PV a PQ

Figura 3.3. Detección de punto exacto de cambio de barra PV a PQ

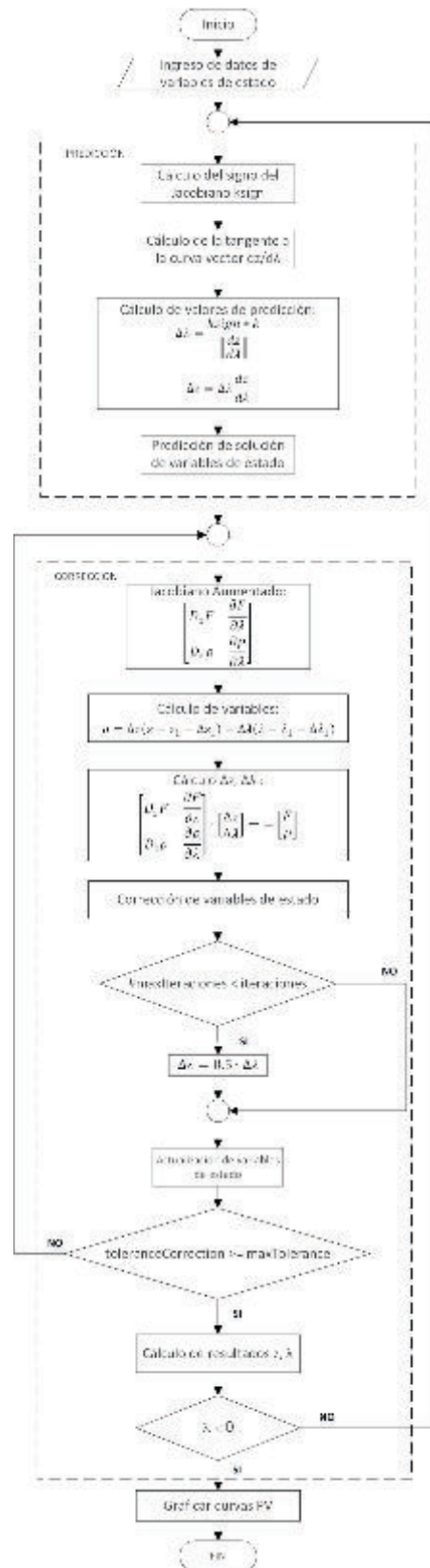


Figura 3.4 Algoritmo método de continuación sin límites de potencia

El algoritmo del método de flujos de potencia continuados se muestra a continuación:

1. Con los datos de variables de estado y potencia obtenidos del flujo se ingresa a la función "*prediction*" donde se traza el primer punto de donde parte la tangente a la curva.
2. Corrige la predicción inicial con la función "*correction*"
3. Se calcula los límites de los generadores PV con la función "*pvLimits*"
4. En caso de que algún generador supere sus límites de potencia activa o reactiva, mediante la función "*pvChange*" se calcula el punto exacto donde el generador superó sus límites y este cambia de PV a PQ con la función "*pvToPq*".
5. Verificar que el número de puntos calculados sea menor o igual al número de puntos deseados.
6. Grafica curvas PV y puntos de operación de los generadores.

CAPÍTULO 4

APLICACIÓN DEL PROGRAMA AL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO 2014

En este capítulo se analizan dos sistemas de potencia aplicando el programa desarrollado. El primer sistema es el WSCC de 9 barras y el Sistema Nacional Interconectado del año 2014. En el primero se comprueban los resultados del flujo de potencia del programa desarrollado en MATLAB contrastando los resultados con el software Power Factory. Para los dos sistemas se aplica el método de flujos de potencia continuados y se analizan los resultados.

4.1 APLICACIÓN AL SISTEMA WSCC DE 9 BARRAS [20]

El sistema WSCC es un sistema de potencia de 9 barras con tres generadores, tres transformadores, seis líneas de transmisión y tres cargas. Este es ampliamente utilizado para el análisis de flujos de potencia y estabilidad angular. En la Figura 4.1 se muestra el diagrama unifilar de este sistema.

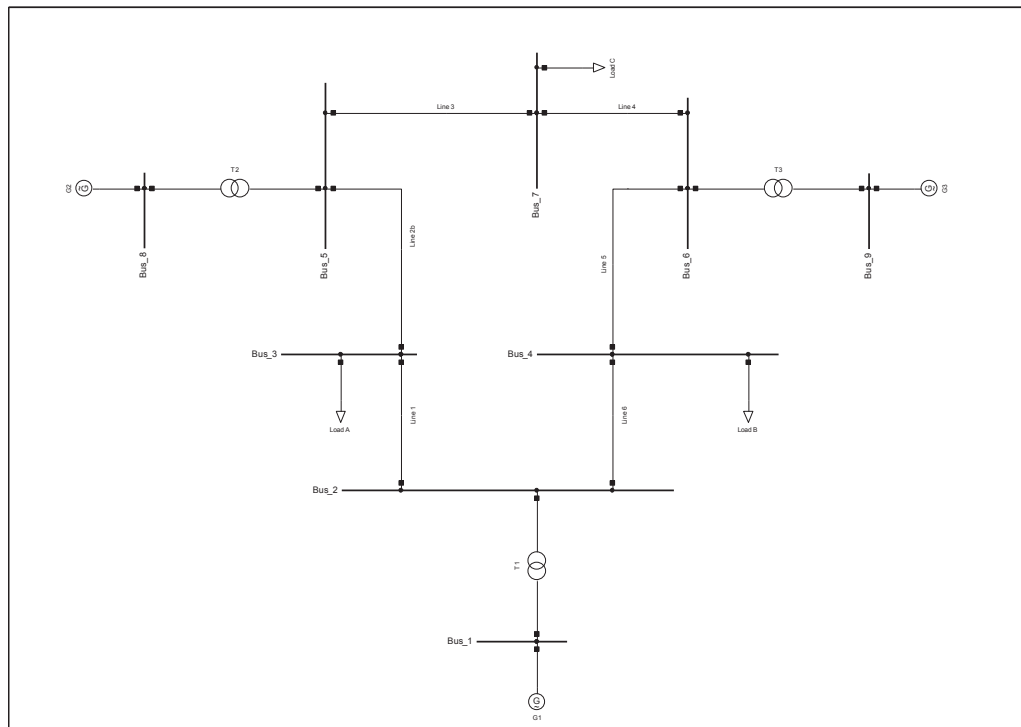


Figura 4.1. Diagrama unifilar sistema WSCC 9 Barras

En la Tabla 4.1 a la Tabla 4.4 se presentan los datos de generación, carga y parámetros de elementos para el cálculo del flujo de potencia y las direcciones de generación y carga para la simulación de colapso de voltaje. Además, para ambas simulaciones se muestran los datos utilizados para el cálculo de los límites de los generadores.

Tabla 4.1 Datos de barras de generación, carga y compensación

No.	Nombre Barra	Tipo	V [pu]	θ [°]	LOAD [MW]	LOAD [MVA _r]	GEN [MW]	GEN [MVA _r]	COMP [MVA _r]
1	Barra 1	VT	1,02	0	0	0	0	0	0
2	Barra 2	PQ	1	0	0	0	0	0	0
3	Barra 3	PQ	1	0	125	50	0	0	0
4	Barra 4	PQ	1	0	90	30	0	0	0
5	Barra 5	PQ	1	0	0	0	0	0	0
6	Barra 6	PQ	1	0	0	0	0	0	0
7	Barra 7	PQ	1	0	100	35	0	0	0
8	Barra 8	PV	1,025	0	0	0	163	0	0
9	Barra 9	PV	1,025	0	0	0	85	0	0

Tabla 4.2 Datos de direcciones de carga y generación

Barra	LOAD_dir MW	LOAD_dir MVA _r	GEN_dir MW
Barra 1	0	0	0
Barra 2	0	0	0
Barra 3	125	50	0
Barra 4	90	30	0
Barra 5	0	0	0
Barra 6	0	0	0
Barra 7	100	35	0
Barra 8	0	0	163
Barra 9	0	0	85

Tabla 4.3 Datos de parámetros de generación

Barra	Xd [pu]	Xq [pu]	Vn [pu]	Sn [MVA]	fp	Pmax [MW]	Pmin [MW]	Emin [%]	MEEE [%]
Barra 1	0,29	0,29	1	525	-0,9	472,5	0	0	0
Barra 2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Barra 3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Barra 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Barra 5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Barra 6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Barra 7	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Barra 8	0,7	0,65	1	185	-0,9	166,5	33,3	20	10
Barra 9	1,15	1	1	95	-0,9	85,5	17,1	20	10

Tabla 4.4 Datos de servicios auxiliares del generador

Barra	Paux [MW]	Qaux [MVAr]	Va max [pu]	Va min [pu]	Xaux [pu]	TAPaux
Barra 1	0	0	0	0	0	1
Barra 2	0	0	0	0	0	0
Barra 3	0	0	0	0	0	0
Barra 4	0	0	0	0	0	0
Barra 5	0	0	0	0	0	0
Barra 6	0	0	0	0	0	0
Barra 7	0	0	0	0	0	0
Barra 8	18,5	9,25	1,05	0,98	0,01	1
Barra 9	9,5	4,75	1,05	0,98	0,01	1

4.1.1 RESULTADOS DEL FLUJO DE POTENCIA

Como se puede observar en la Tabla 4.5 se obtiene valores de voltaje entre 0.99560 y 1.04 [pu], estos valores de voltaje muestran que el sistema está operando en un rango aceptable. Además, al comparar los resultados del programa Power Factory con los resultados obtenidos en el programa desarrollado en MATLAB se obtiene errores máximos de 0.00069 [%] que es un error admisible.

Tabla 4.5 Comparación de resultados de voltajes y ángulos del flujo de potencia

Barra	Power Factory		Resultados Obtenidos		Errores	
	Voltaje (p.u.)	Ángulo (°)	Voltaje (p.u.)	Ángulo (°)	Error V (%)	Error θ (%)
1	1,04000	0,00000	1,04000	0,00000	0,00000	0,00000
2	1,02579	-2,21680	1,02580	-2,21700	0,00001	0,00009
3	0,99563	-3,98880	0,99560	-3,98900	0,00003	0,00005
4	1,01266	-3,68740	1,01270	-3,68700	0,00004	0,00011
5	1,02577	3,71970	1,02580	3,72000	0,00003	0,00008
6	1,03235	1,96670	1,03240	1,96700	0,00005	0,00015
7	1,01588	0,72750	1,01590	0,72800	0,00002	0,00069
8	1,02500	9,28001	1,02500	9,28000	0,00000	0,00000
9	1,02500	4,66475	1,02500	4,66500	0,00000	0,00005

En la Tabla 4.6 se observan los errores porcentuales de las potencias activa y reactiva generadas. El error máximo es 0.008% es un valor muy pequeño por lo que se concluye que el programa obtiene valores aceptables para su uso.

Tabla 4.6 Comparación de resultados de potencias del flujo de potencia

Generador	Power Factory		Resultados Obtenidos		Errores	
	Pgen (MW)	Qgen (MVar)	Pgen (MW)	Qgen (MVar)	Error P (%)	Error Q (%)
1	71,6410	27,0456	71,6410	27,0461	0,000	0,002
2	163,0000	6,6538	163,0000	6,6543	0,000	0,008
3	85,0000	-10,8597	85,0000	-10,8594	0,000	0,003

4.1.2 RESULTADOS DE FLUJOS DE POTENCIA CONTINUADOS DEL SISTEMA WSCC

Los resultados que se analizarán en este sistema son las curvas V-P tomando en cuenta independientemente a cada uno de los límites de los generadores de las

barras PV. Desde el caso 2 se ha modificado los valores de generación y carga con la finalidad de poder observar que el punto de operación de los generador 9 se ve limitado por los límites de potencia reactiva de campo y servicios auxiliares, además que permite observar el cambio de tipo de barra PV a PQ.

4.1.2.1 Caso 1: Sin considerar límites de los generadores

El primer escenario a analizar en el sistema de 9 barras, es considerando que en el colapso de voltaje todas las barras PV son consideradas como PQ con la potencia activa y reactiva generada fija obtenida del flujo de potencia. En el caso del flujo de potencia si se toman en cuenta los límites de potencia activa y reactiva.

En las Figuras 4.2 y 4.3 se observan las curvas PV en las barras de carga y generación respectivamente.

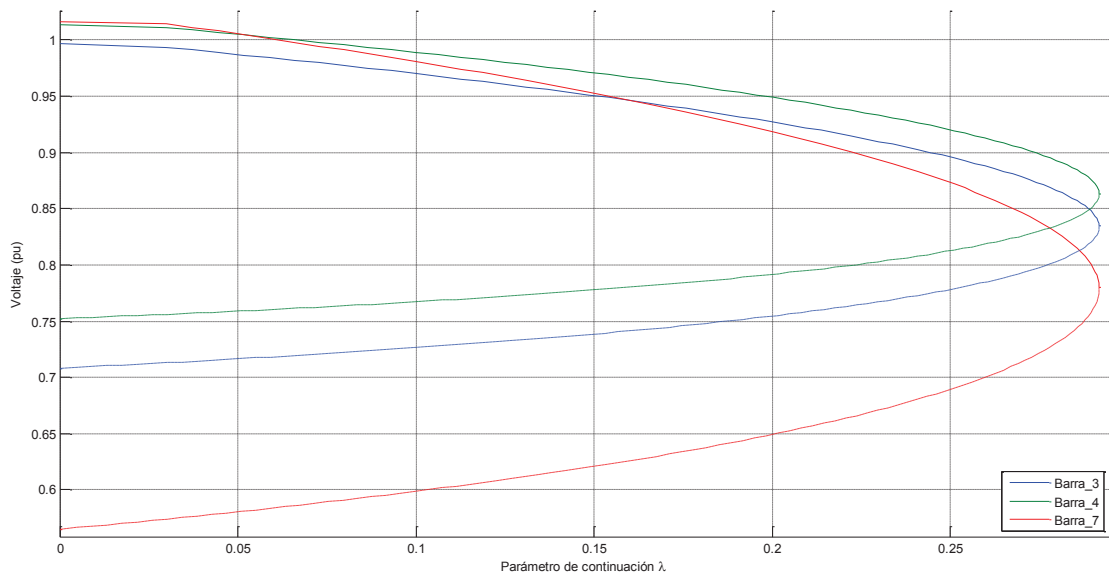


Figura 4.2. Curvas V-P de las barras de carga del sistema

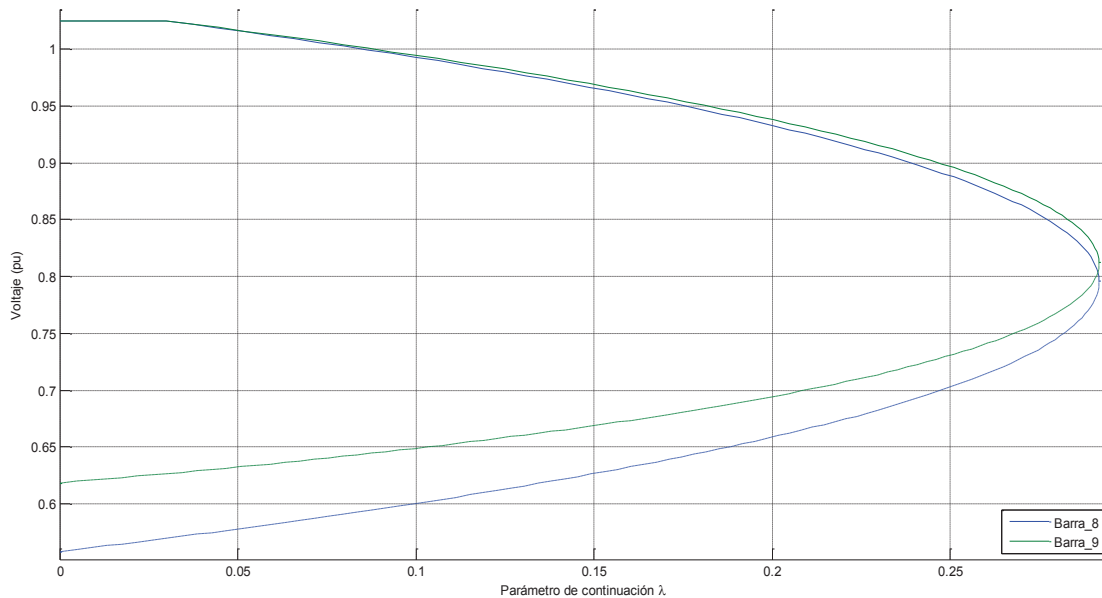


Figura 4.3. Curvas V-P de las barras de generación del sistema

En las curvas se observa que el parámetro de continuación en el punto de bifurcación tiene un valor de 0.2684. En las barras de carga la barra que presenta una mayor variación de voltaje con respecto al parámetro de continuación es la barra 7. Por otro lado, las dos barras PV presentan una característica similar, siendo la barra 8 la que tiene un voltaje más bajo en el punto de colapso.

4.1.2.2 Caso 2: Límite de corriente de armadura nominal

En este caso se consideran los límites de corriente de armadura y de potencia activa máxima y mínima, tanto en el flujo de potencia como en el flujo de potencia continuado. Los demás límites de potencia reactiva no se consideran.

En las Figuras 4.4 y 4.5 se observan las curvas V-P en las barras de carga y generación respectivamente.

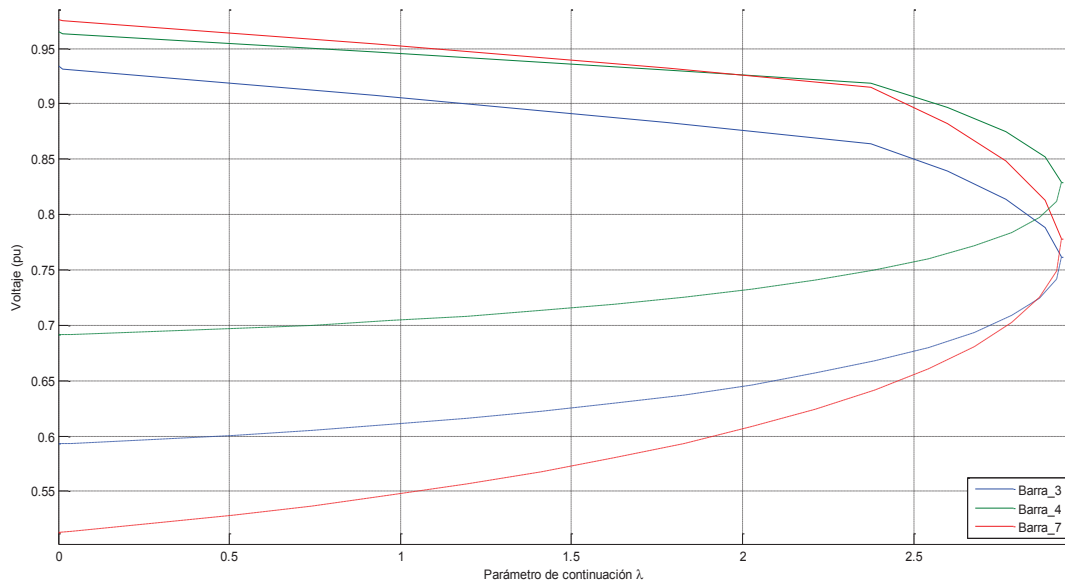


Figura 4.4. Curvas V-P de las barras de carga del sistema

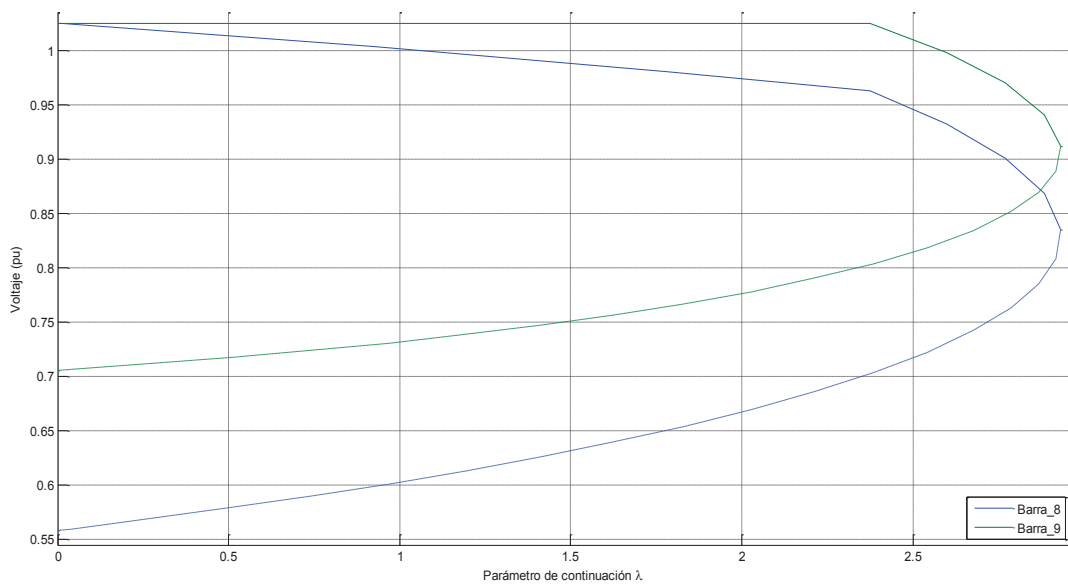


Figura 4.5. Curvas V-P de las barras de generación del sistema

En las curvas se observa que el parámetro de continuación en el punto de bifurcación tiene un valor de 2.93187885. En las barras de carga, la que presenta una mayor variación de voltaje con respecto al parámetro de continuación es la barra 7. Por otro lado, las dos barras PV presentan una característica similar, siendo la barra 8 la que tiene un voltaje más bajo en el punto de colapso.

En la Figura 4.6 se muestra el cambio rápido de la barra 8 de PV a PQ. Una vez que ocurre este cambio, el voltaje en la barra disminuye rápidamente debido a que ya no dispone de la potencia reactiva necesaria para entregar al sistema y mantener el voltaje en sus terminales.

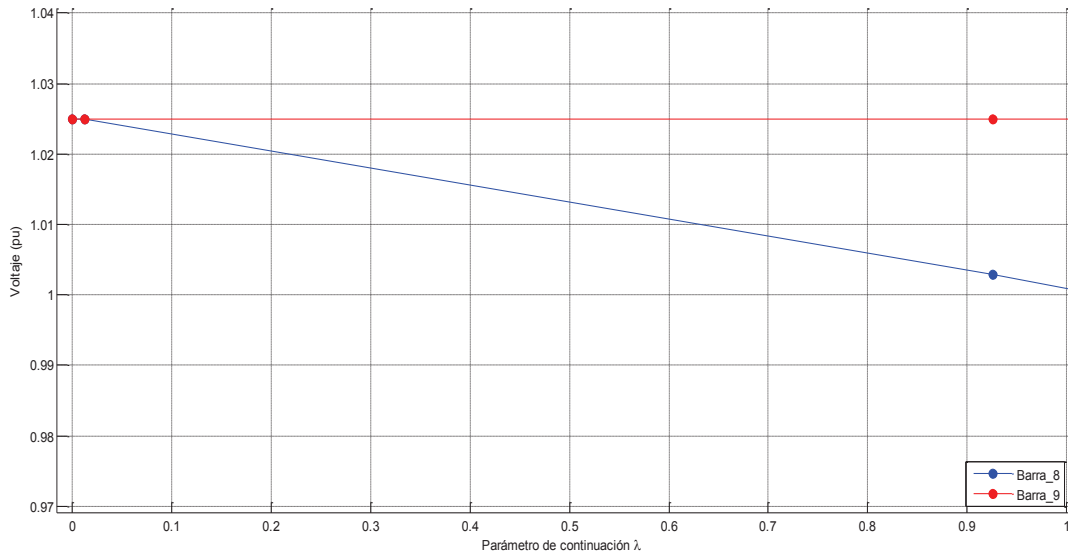


Figura 4.6. Punto de cambio de barra de PV a PQ del generador de la barra 8.

En las Figuras 4.7 y 4.8 se muestran los puntos de operación tomando en cuenta los límites de corriente de armadura y límites de potencia activa en la barra 8 y 9 respectivamente. Para el generador de la barra 8 se observa que se encuentra operando muy cerca del límite de potencia activa máxima. Por lo tanto después de un mínimo incremento de generación cambia de tipo de generador. Al estar operando casi en este límite de potencia activa máxima el generador de la barra 8 siempre será restringido por el mismo límite, por lo cual para los siguientes casos no se mostrará el punto de operación de este generador. Sin embargo, en el caso de la barra 9 debido al incremento de carga y generación se observa como la potencia activa y reactiva van cambiando hasta limitar con la curva del límite de corriente de armadura.

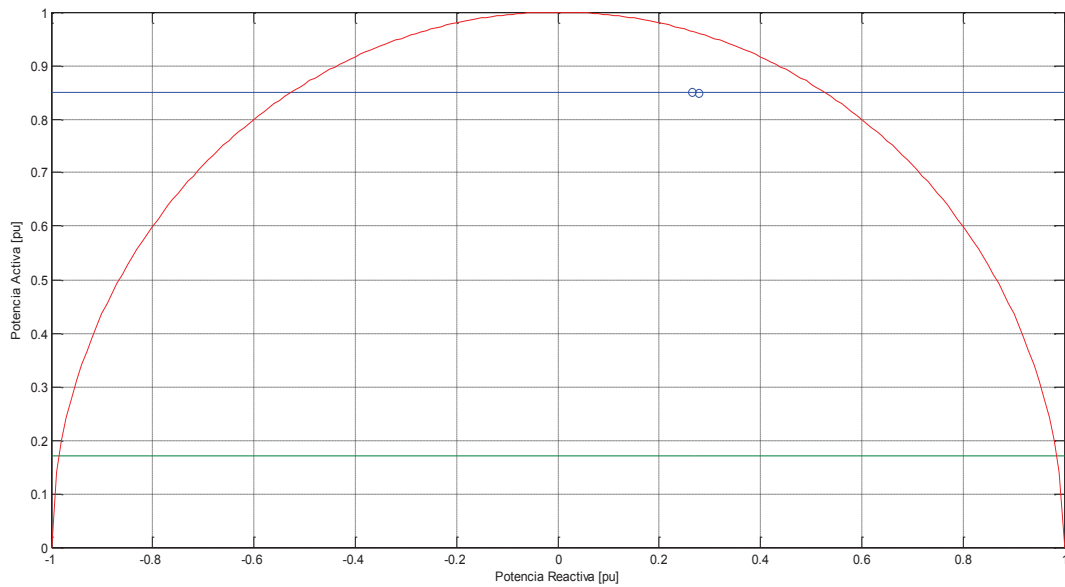


Figura 4.7. Curva de capacidad y punto de operación del generador de la barra 8.

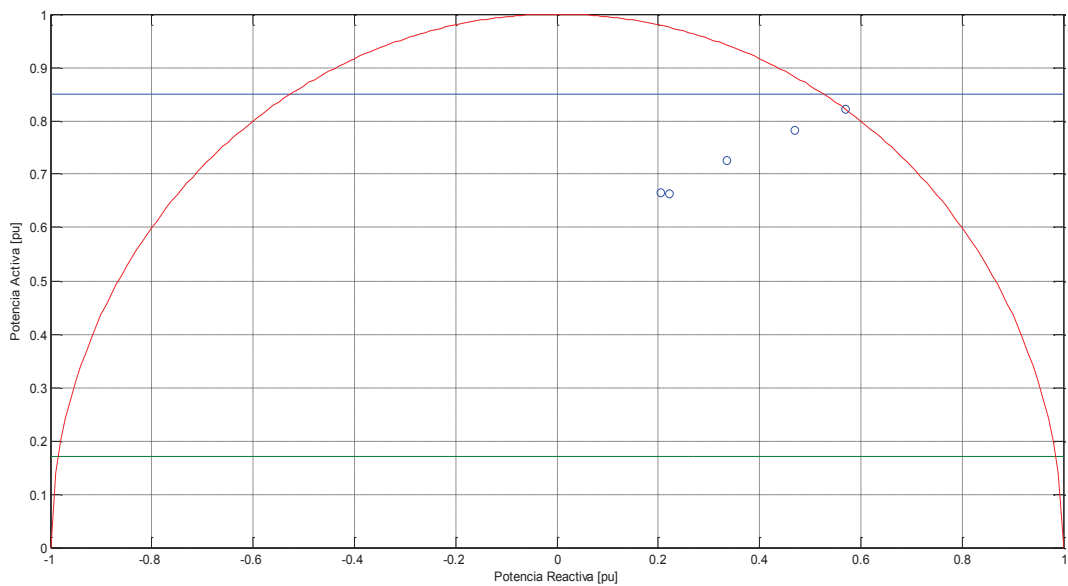


Figura 4.8. Curva de capacidad y punto de operación del generador de la barra 9.

4.1.2.3 Caso 3: Límite de corriente de campo

Al tomar en cuenta el límite de corriente de campo máximo y mínimo se observa que el parámetro de continuación en el punto de bifurcación tiene un valor de 2.862. Este valor muestra que el límite de campo es más restrictivo que el anterior como

se observa en la Figura 4.11. En las curvas de colapso de las barras de carga de la Figura 4.9 la barra que presenta una mayor variación de voltaje con respecto al parámetro de continuación es la barra 7. Por otro lado, las dos barras PV de la Figura 4.10 presentan una característica similar, siendo la barra 8 la que tiene un voltaje más bajo en el punto de colapso.

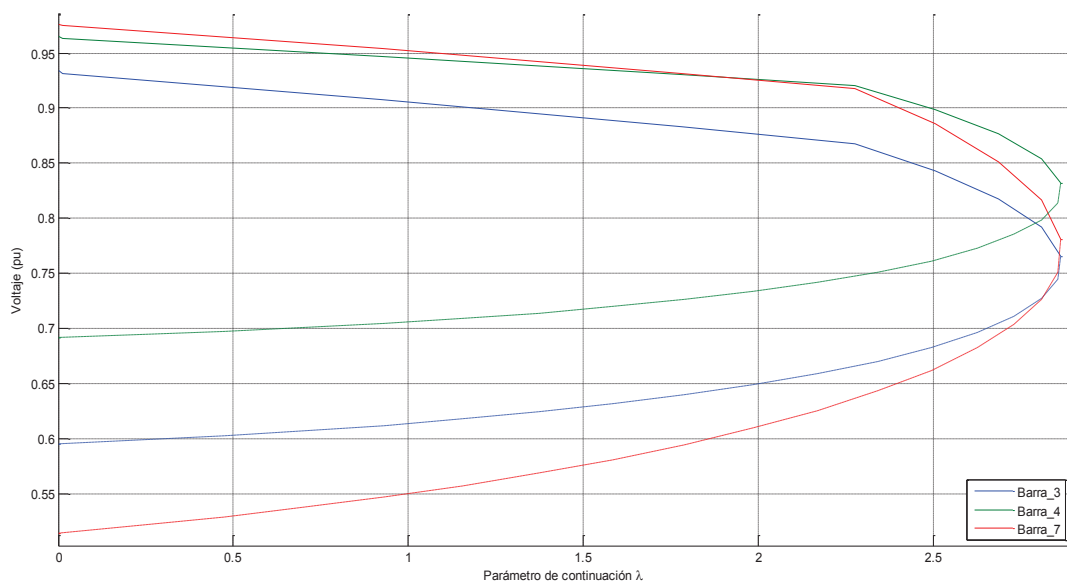


Figura 4.9. Curvas V-P de las barras de carga del sistema.

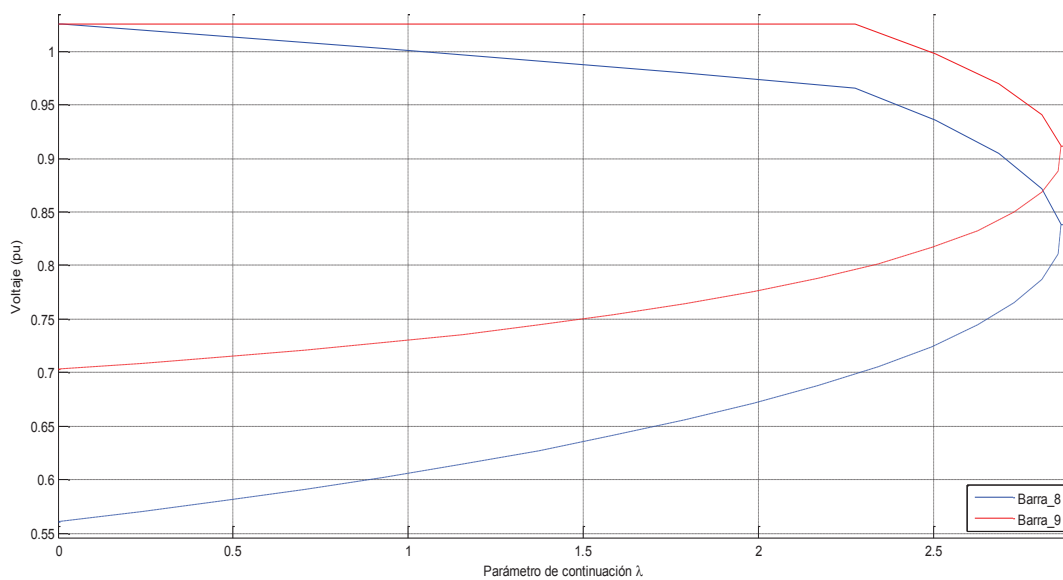


Figura 4.10. Curvas V-P de las barras de generación del sistema.

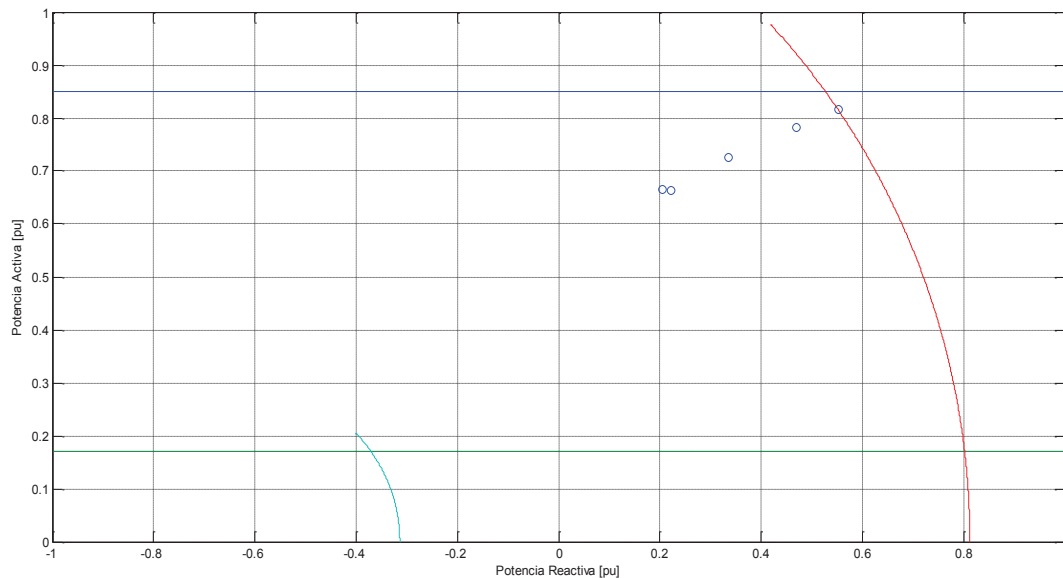


Figura 4.11. Curva de capacidad y punto de operación del generador de la barra 9

4.1.2.4 Caso 4: Límite de margen de estabilidad en estado estable

El siguiente límite a tomar en cuenta es el límite de margen de estabilidad en estado estable y al analizar las curvas de colapso de las barras de carga de la Figura 4.12 la barra que presenta una mayor variación de voltaje con respecto al parámetro de continuación es la barra 7. Por otro lado, las dos barras PV de la Figura 4.13 presentan una característica similar, siendo la barra 8 la que tiene un voltaje más bajo en el punto de colapso.

Este límite se encuentra en la zona de subexcitación del generador por lo tanto se observa que el parámetro de continuación en el punto de bifurcación es menos restrictivo y el punto de colapso es 3.2246. Este límite no es restrictivo en la operación en la zona de sobreexcitación del generador como se muestra en la Figura 4.14.

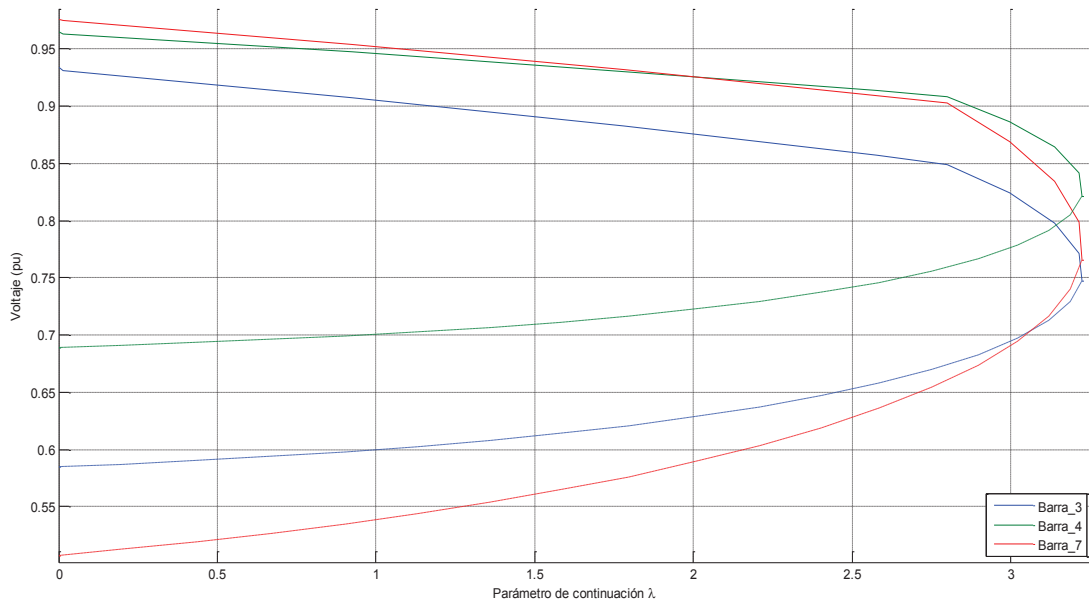


Figura 4.12. Curvas V-P de las barras de carga del sistema

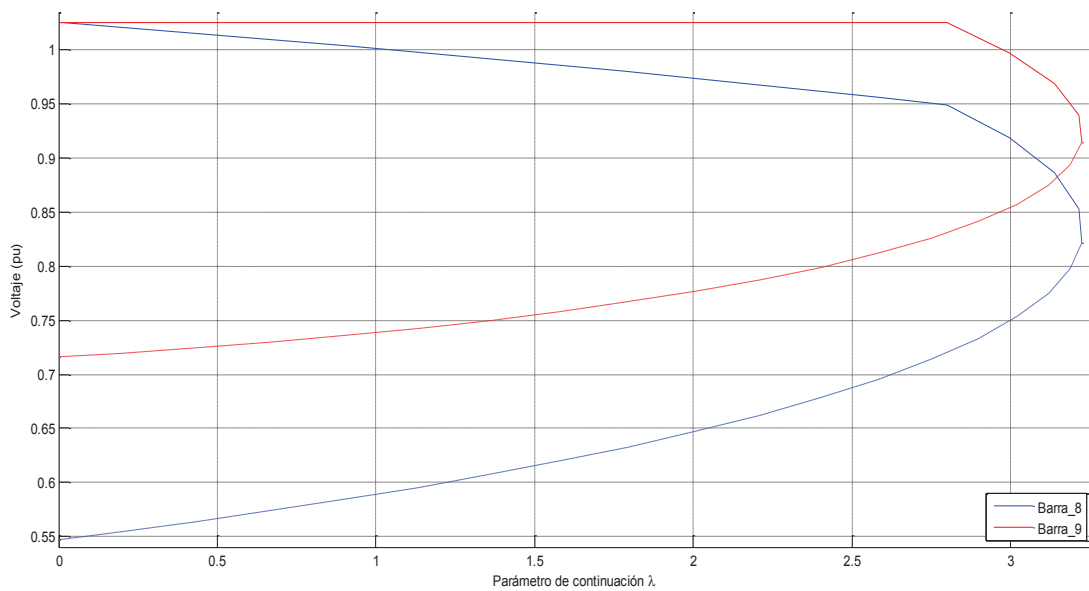


Figura 4.13. Curvas V-P de las barras de generación del sistema

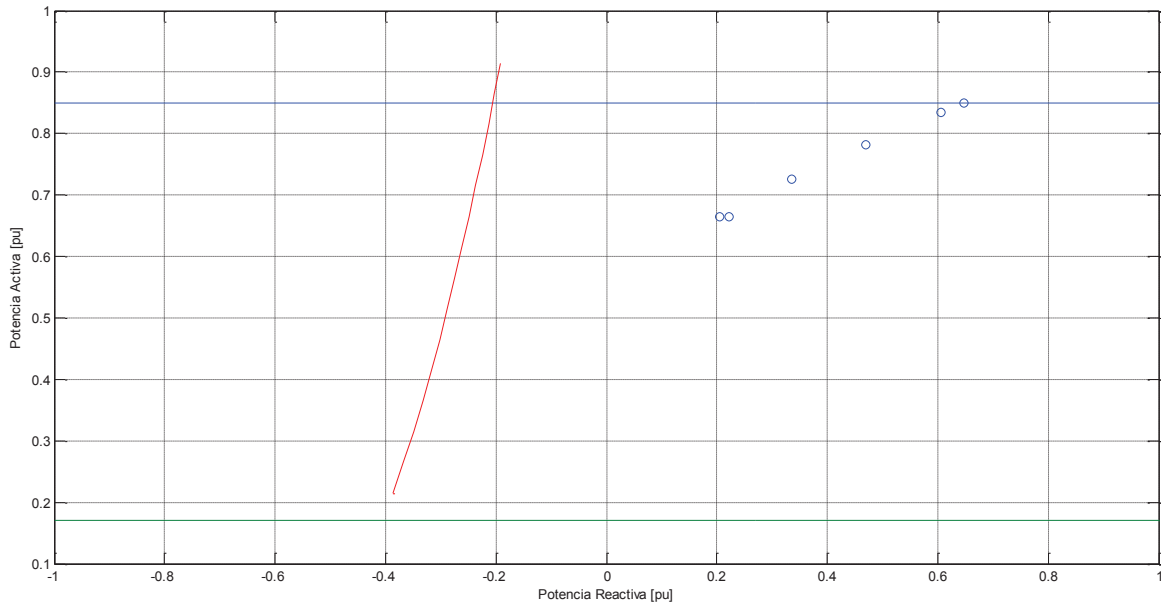


Figura 4.14. Curva de capacidad y punto de operación del generador de la barra 9

4.1.2.5 Caso 5: Límite de servicios auxiliares

En las Figuras 4.15 y 4.16 se muestran los puntos de operación del generador de la barra 9, los cuales muestran que en el primer punto donde empieza el flujo de potencia continuado, los límites más restrictivos en el lado de sobreexcitación son los límites de corriente de campo y de servicios auxiliares. En el lado de subexcitación el límite de MEEE y límite de corriente de campo mínima. Sin embargo, a medida que avanza el flujo de potencia se observa que los límites de servicios auxiliares se desplazan hacia la zona de sobreexcitación debido a que estos valores de potencia reactiva de este límite dependen del voltaje del sistema. Finalmente el límite más restrictivo para el generador en el recorrido de operación es el límite por corriente de campo máxima, por lo tanto el valor del parámetro de continuación (λ) es el mismo 2.8623.

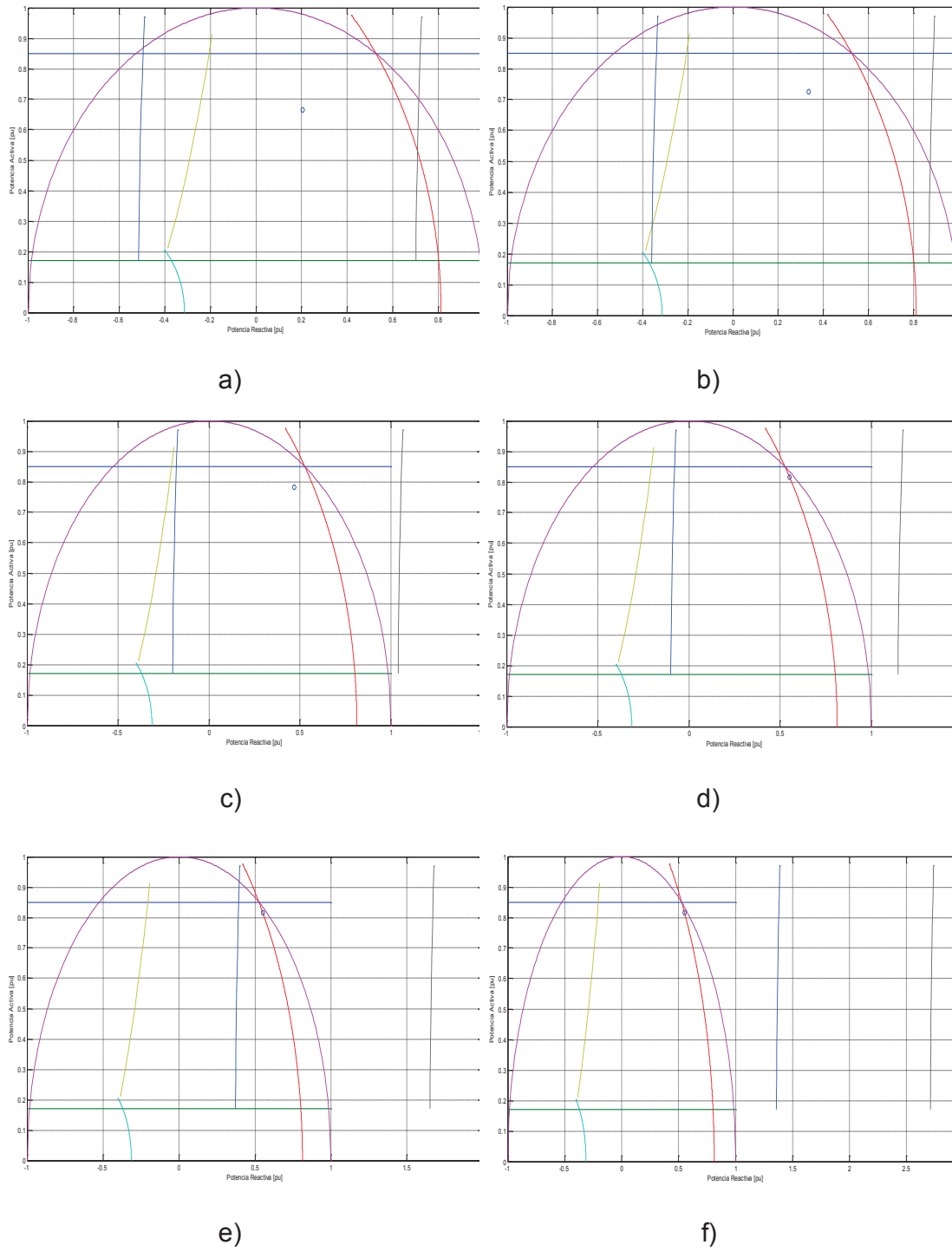


Figura 4.15. Puntos y límites de operación del generador de la barra 9 durante el colapso de voltaje

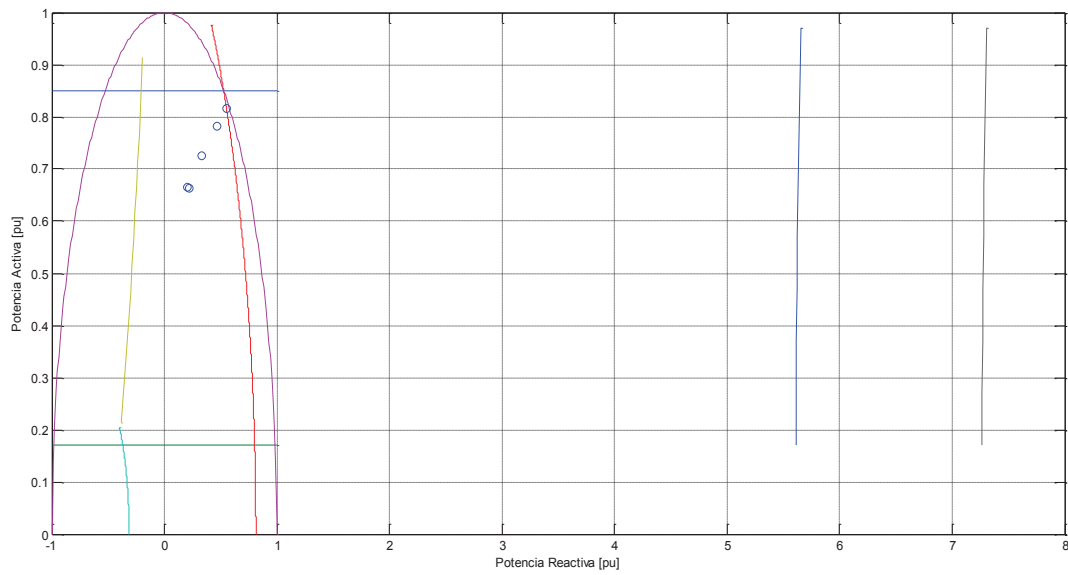


Figura 4.16. Recorrido de los puntos de operación y límites finales de capacidad del generador de la barra 9.

Al analizar las curvas de colapso en las barras de carga de la Figura 4.17 la barra que presenta una mayor variación de voltaje con respecto al parámetro de continuación es la barra 7. Por otro lado, las dos barras PV de la Figura 4.18 presentan una característica similar, siendo la barra 8 la que tiene un voltaje más bajo en el punto de colapso.

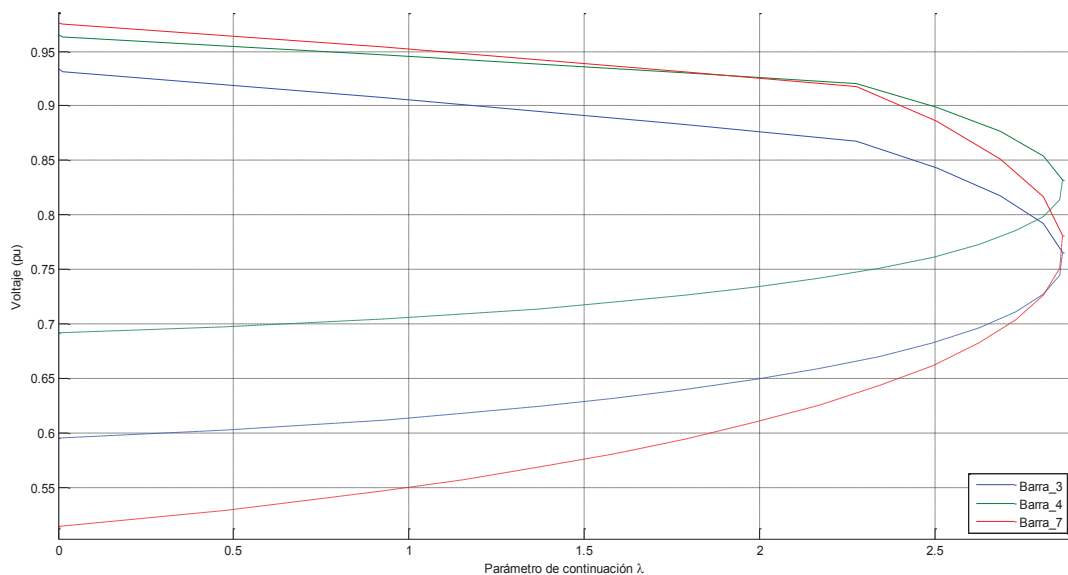


Figura 4.17. Curvas V-P de las barras de carga del sistema

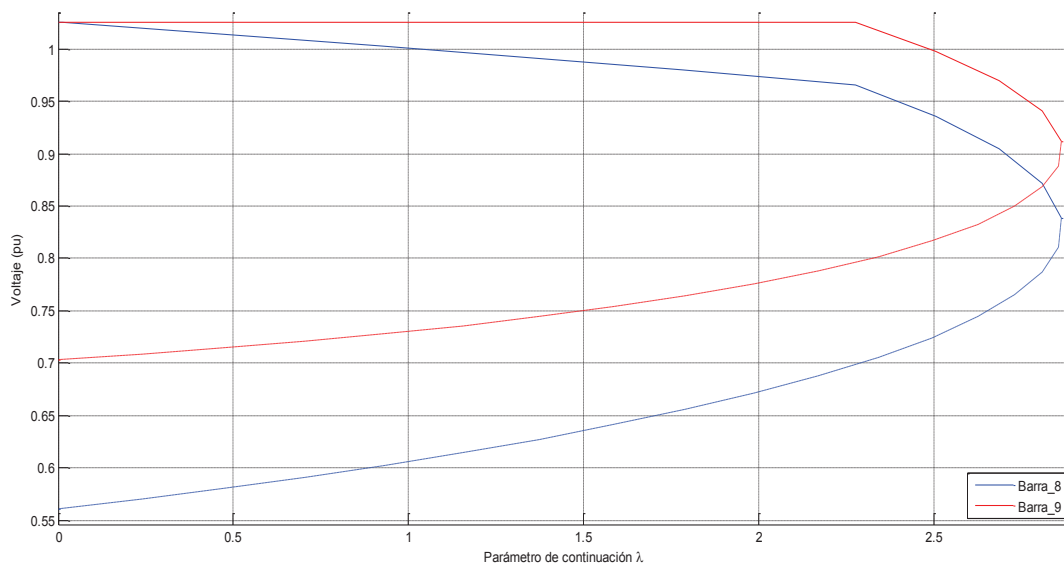


Figura 4.18. Curvas V-P de las barras de generación del sistema

En la Tabla 4.7 se detallan las variaciones de voltaje en todos los casos propuestos:

Tabla 4.7 Variaciones de voltaje sistema WSCC de 9 barras

Nombre de Barra	VARIACIÓN DE VOLTAJE					
	Sin Límites	Límite por corriente de armadura	Límite por corriente de campo	Límite de Margen de estabilidad	Límite de Servicios Auxiliares	Todos los límites de potencia
2	7,67%	8,73%	8,57%	9,39%	8,57%	8,49%
3	14,31%	17,18%	16,83%	18,60%	16,83%	16,68%
4	12,69%	13,56%	13,34%	14,40%	13,34%	13,22%
5	18,25%	19,35%	19,02%	20,65%	19,02%	18,83%
6	16,75%	14,37%	14,25%	14,77%	14,25%	14,08%
7	19,24%	19,79%	19,48%	20,97%	19,48%	19,28%
8	17,93%	19,00%	18,67%	20,29%	18,67%	18,49%
9	16,40%	11,30%	11,31%	11,09%	11,31%	11,15%
10	17,88%	18,95%	18,62%	20,24%	18,62%	18,44%
11	16,37%	11,26%	11,28%	11,05%	11,28%	11,12%

En la Tabla 4.8 se muestran los valores del parámetro de continuación máxima.

Tabla 4.8 Resumen de valores de parámetro de continuación

Parámetro de continuación λ -punto de colapso	Límite por corriente de armadura	Límite por corriente de campo	Límite de Margen de estabilidad	Límite de Servicios Auxiliares	Con todos los límites
	2,931879	2,862306	3,224569	2,862306	2,861131

4.2 APLICACIÓN AL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO 2014

El Sistema Nacional Interconectado 2014 del escenario lluvioso en demanda máxima consta de 385 barras incluidas barras ficticias de transformadores de tres devanados, consta de 34 barras PV, la barra slack en este caso es Jamondino, 419 ramas de transmisión. Al ser un sistema real es necesario realizar un estudio que permita predecir problemas de colapso de voltaje, por lo tanto se utiliza la aplicación desarrollada para el análisis. Los datos específicos del sistema se encuentran en el Anexo I.

4.2.1 FLUJO DE POTENCIA

El detalle de los resultados de voltajes, ángulos y potencias obtenidas del flujo de potencia se encuentra en el Anexo II.

Se realiza un análisis de flujo de potencia del sistema para tres casos:

- Sin ningún límite de potencia de generadores.
- Considerando todos los límites de potencia.

4.2.1.1 Caso 1: Sin límites de capacidad de generadores.

De los resultados obtenidos se observa que los voltajes se encuentran dentro de un intervalo aceptable para que el sistema funcione con normalidad. El voltaje mínimo obtenido es 0.941678 en la barra de carga de Electroquil EQL_13.8_U2, mientras que el voltaje máximo es 1.0569127 en la barra de carga de Portoviejo PRT_13.8_1. También se analiza la cargabilidad de los generadores después del

flujo de potencia, el generador de la unidad 1 de la barra de Trinitaria con una cargabilidad máxima de 97,33%.

4.2.1.2 Caso 2: Considerando límites de capacidad de centrales de generación

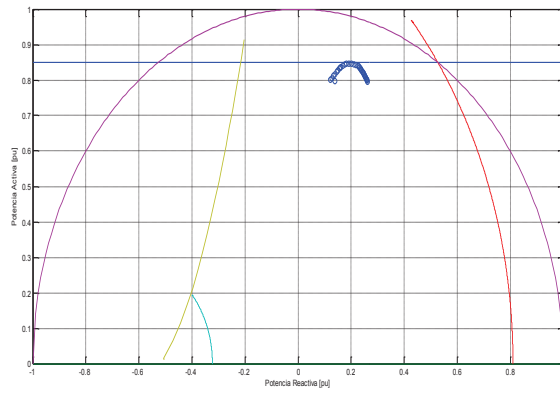
Los resultados adquiridos para este caso son no varían del anterior, es decir las centrales de generación se encuentran operando dentro de sus zonas seguras. Los voltajes se encuentran dentro del intervalo aceptable para que el sistema funcione con normalidad el voltaje mínimo obtenido es 0.941678 en la barra de carga de Electroquil EQL_13.8_U2, mientras que el voltaje máximo es 1.0569127 en la barra de carga de Portoviejo PRT_13.8_1. También se analiza la cargabilidad del generador después del flujo de potencia, el generador de la unidad 1 de la barra de Trinitaria con una cargabilidad máxima de 97,33%. El generador Termogas Machala se encuentra operando en el límite de potencia máxima.

4.2.2 RESULTADOS FLUJOS DE POTENCIA CONTINUADOS EN SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO

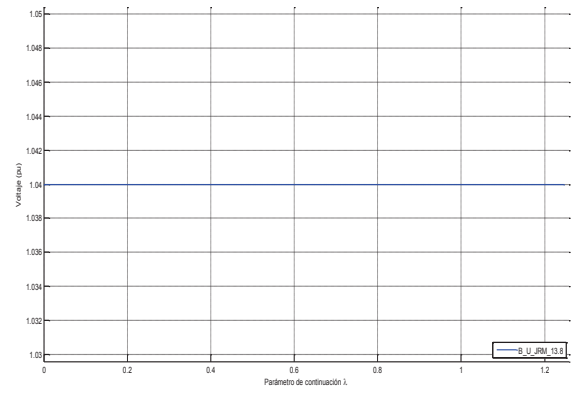
En sistemas reales y de gran tamaño es necesario realizar un estudio de estabilidad de voltaje debido a que es necesario predecir los sectores en el sistema que son más sensibles a variaciones de carga o perturbaciones en el sistema. Por esta razón se evalúa en el Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano el caso normal de operación con límites de servicios auxiliares y sin servicios auxiliares para entender el impacto de los mismos en el funcionamiento del generador como en el sistema.

4.2.2.1 Caso 1: Con límites de generadores, sin límites de servicios auxiliares.

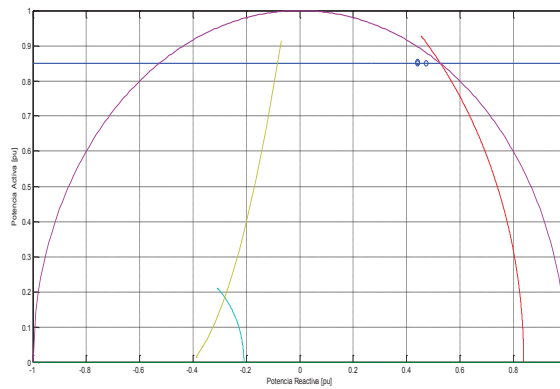
En la Figura 4.19 se muestran los puntos de operación de los generadores y las curvas de perfiles de voltajes donde se observa que el límite más restrictivo en la mayoría de los casos es la potencia activa máxima. Sin embargo, en la Figura a.1) se observa que el generador Jaramijó no supera sus límites. Además en la Figura g.1) se muestra que el generador Gonzalo Zevallos se ve limitado por la curva de límite de corriente de campo máxima.



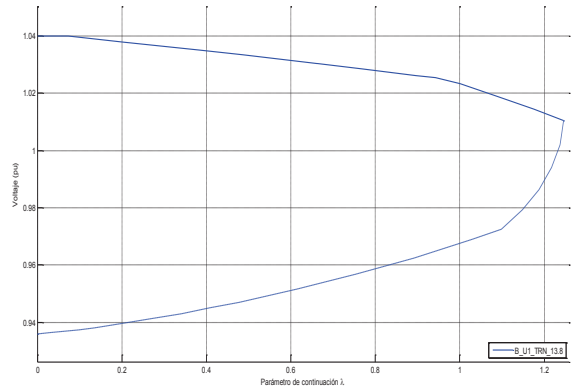
a.1) Límites de potencia generador Jaramijó



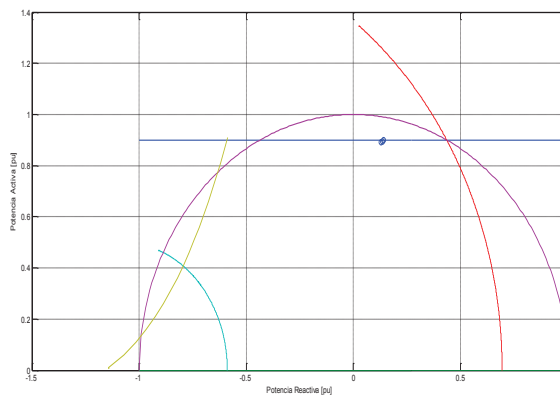
a.2) Curva V-P generador Jaramijó



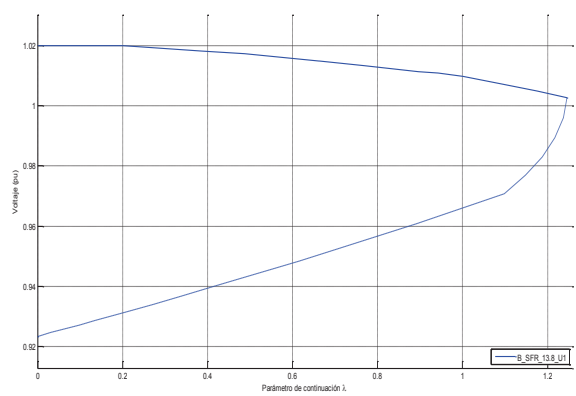
b.1) Límites de potencia generador Trinitaria



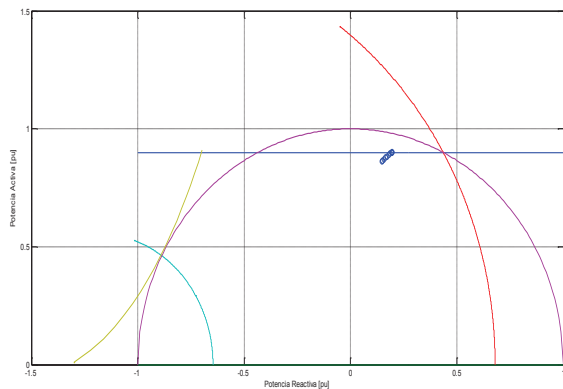
b.2) Curva V-P generador Trinitaria



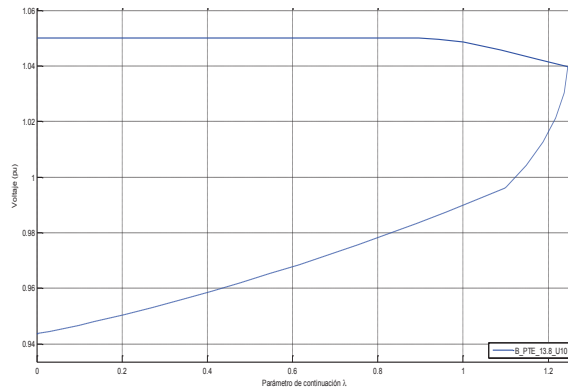
c.1) Límites de potencia generador San Francisco



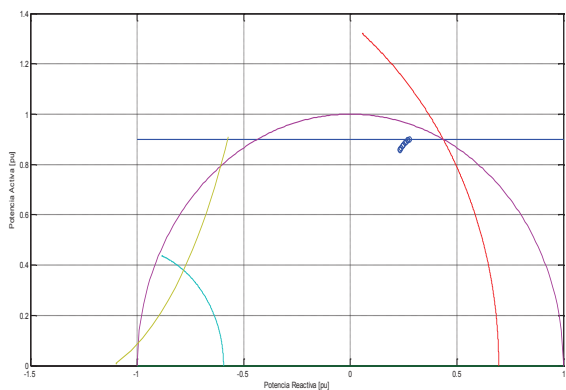
c.2) Curva V-P generador San Francisco



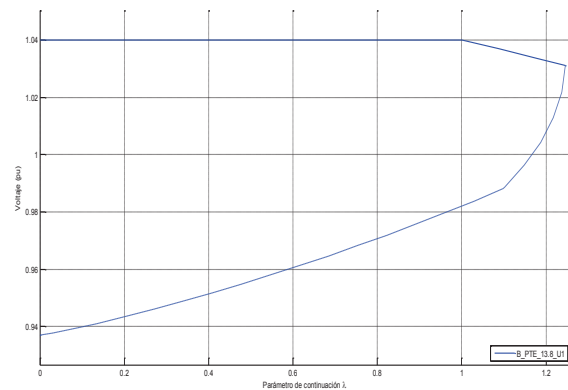
D.1) Límites de potencia generador Paute Unidad 10



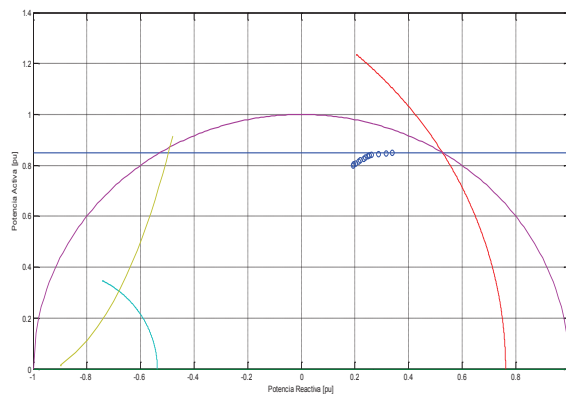
D.2) Curva V-P generador Paute Unidad 10



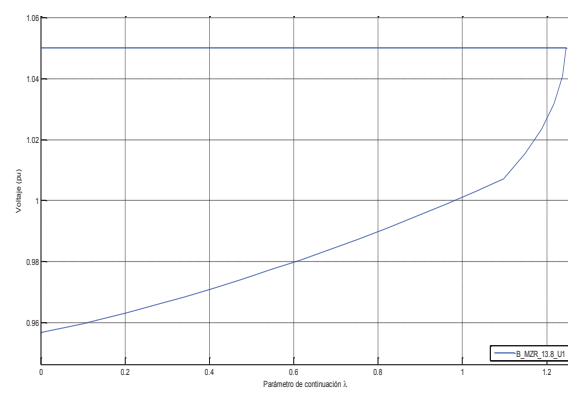
E.1) Límites de potencia generador Paute Unidad 1



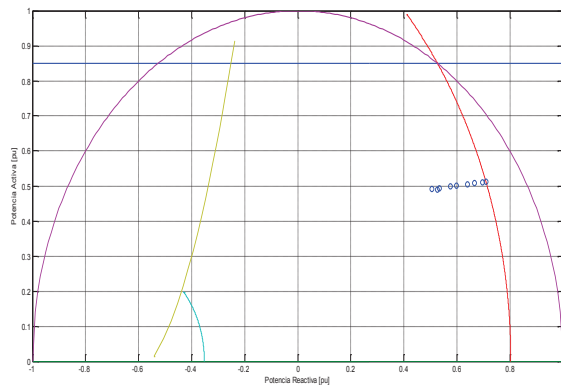
E.2) Curva V-P generador Paute Unidad 1



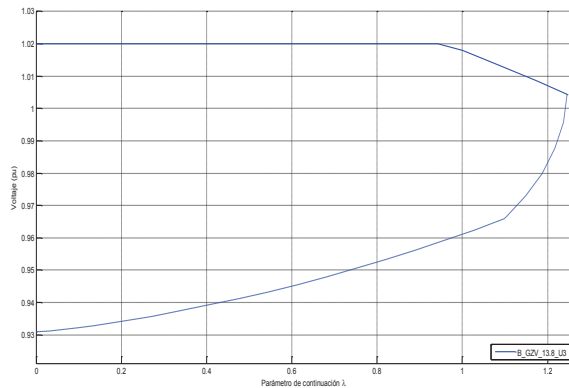
F.1) Límites de potencia generador Mazar



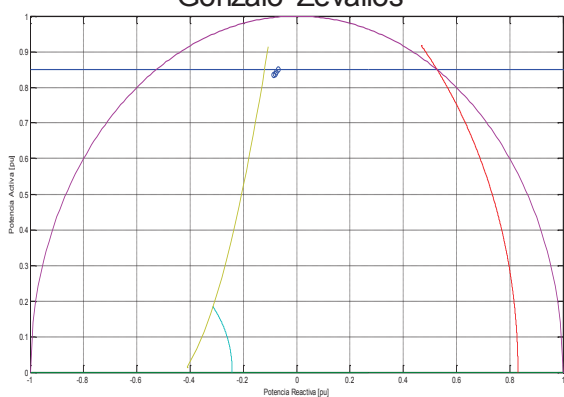
F.2) Curva V-P generador Mazar



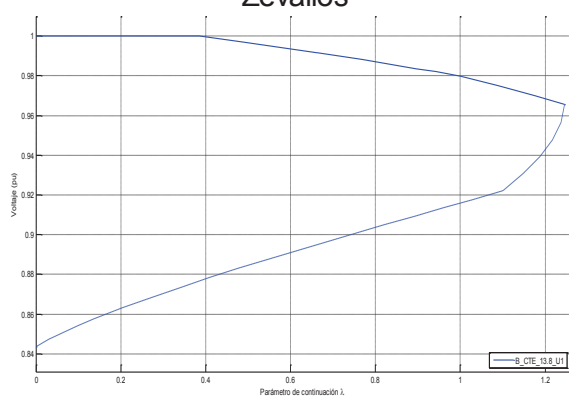
G.1) Límites de potencia generador
Gonzalo Zevallos



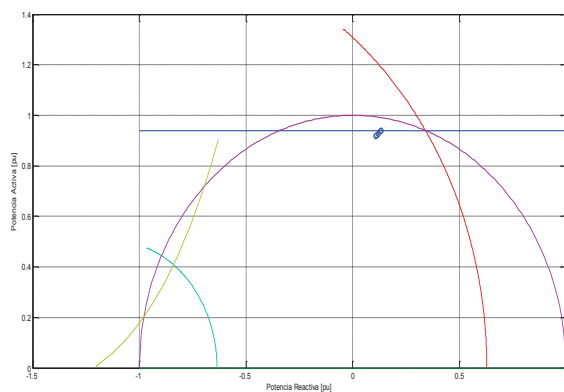
G.2) Curva V-P generador Gonzalo
Zevallos



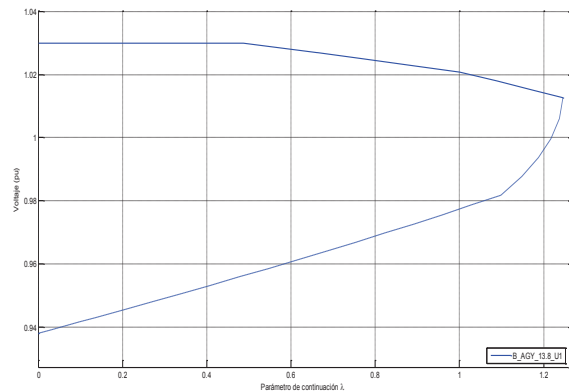
H.1) Límites de potencia generador
Central Térmica Esmeraldas



H.2) Curva V-P generador
Central Térmica Esmeraldas



I.1) Límites de potencia generador
Agoyán



I.2) Curva V-P generador Agoyán

Figura 4.19. Curvas de capacidad de los generadores y curvas V-P de las barras de generación del SNI

Para el análisis de perfiles de voltaje de las barras de carga se divide a las principales barras de carga en zonas norte, occidental y sur. La Figura 4.20 y 4.21

muestran las curvas V-P de la zona occidental donde se observa que las barras de Pascuales (B_PSC_69), Nueva Prosperina (B_NPR_69) y Trinitaria (B_TRN_69) tienen una mayor variación de voltaje con valores 3,14%, 3,44% y 3,22% respectivamente. En la zona norte la barra de Esmeraldas (B_ESM_69) 3,55% y en la zona sur la barra de Loja (B_LJA_69) 3,4%. Al analizar todas las variaciones de voltaje del sistema, la barra de Policentro (B_PLC_69) tiene la variación más grande con 3,58%. El valor del parámetro de continuación en el punto de colapso es 1,24575601.

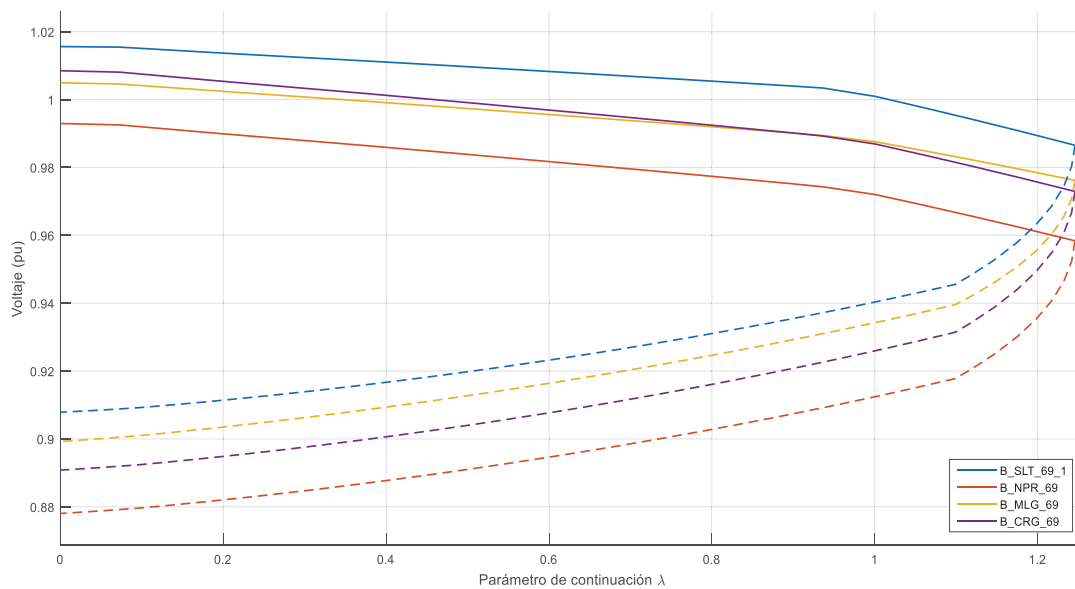


Figura 4.20. Curvas V-P de las barras de carga del sistema.

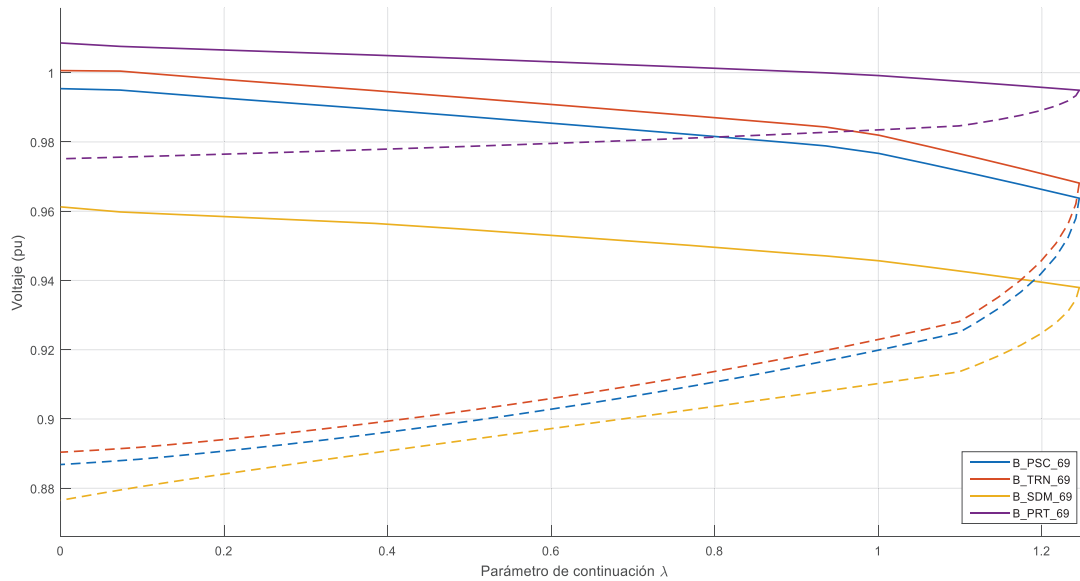


Figura 4.21. Curvas V-P de las barras de carga del sistema.

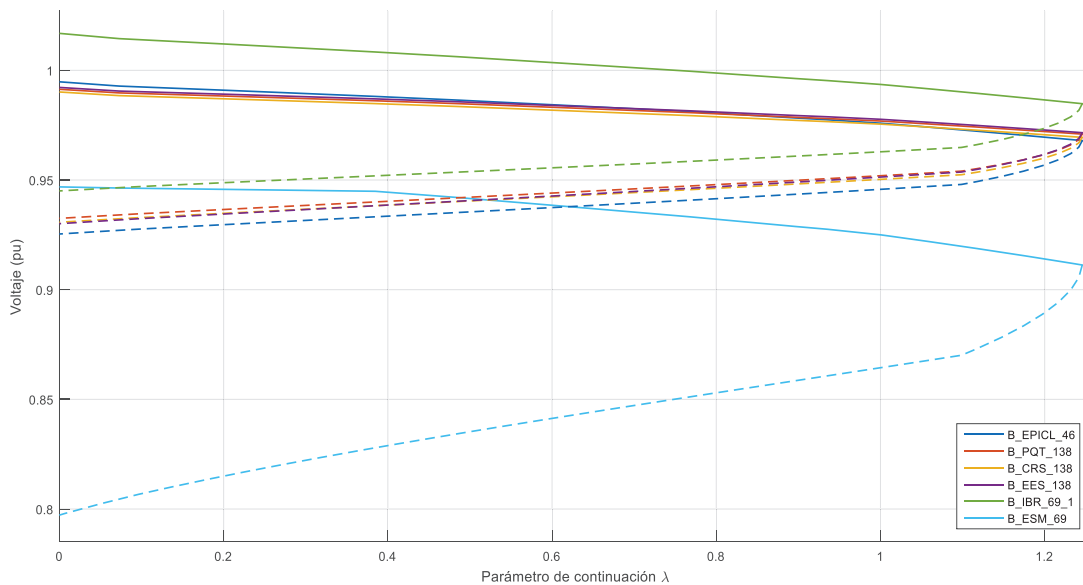


Figura 4.22. Curvas V-P de las barras de carga del sistema.

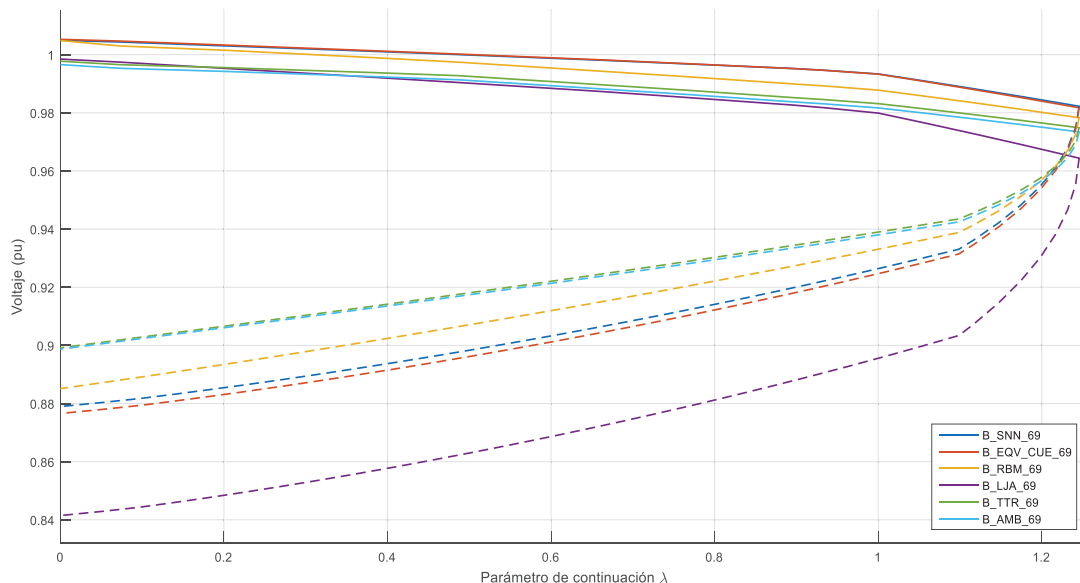
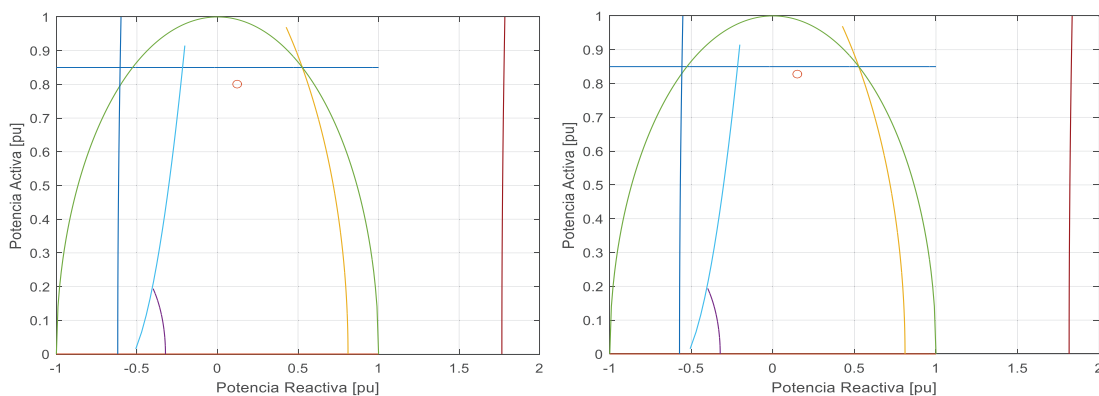


Figura 4.23. Curvas V-P de las barras de carga del sistema

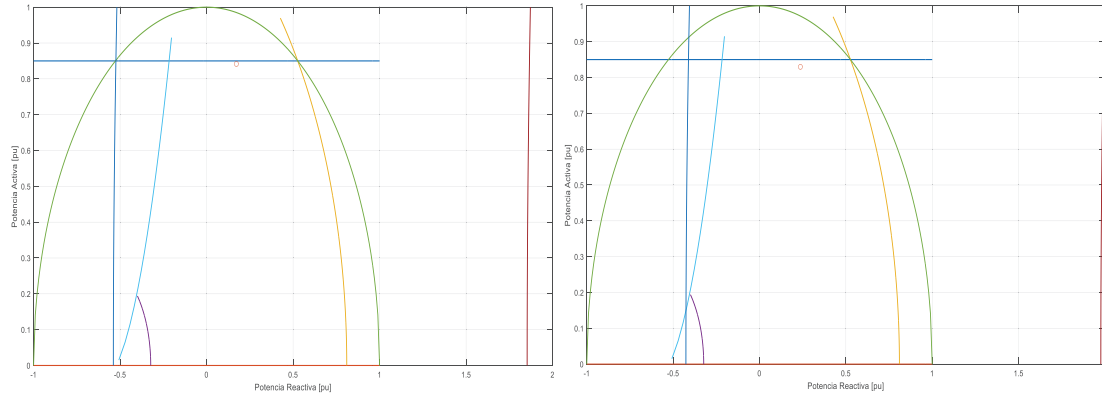
4.2.2.2 Caso 2: Con límites de generadores incluyendo servicios auxiliares

De la Figura 4.24 a la Figura 4.30 se observa el recorrido del punto de operación de los generadores principales del Sistema Nacional Interconectado donde se observa que la mayoría de los generadores están restringidos por el límite de potencia activa máxima excepto el generador de Jaramijó que no viola ningún límite y el generador Gonzalo Zevallos, restringido por el límite de corriente de campo y el límite de voltaje mínimo de servicios auxiliares.



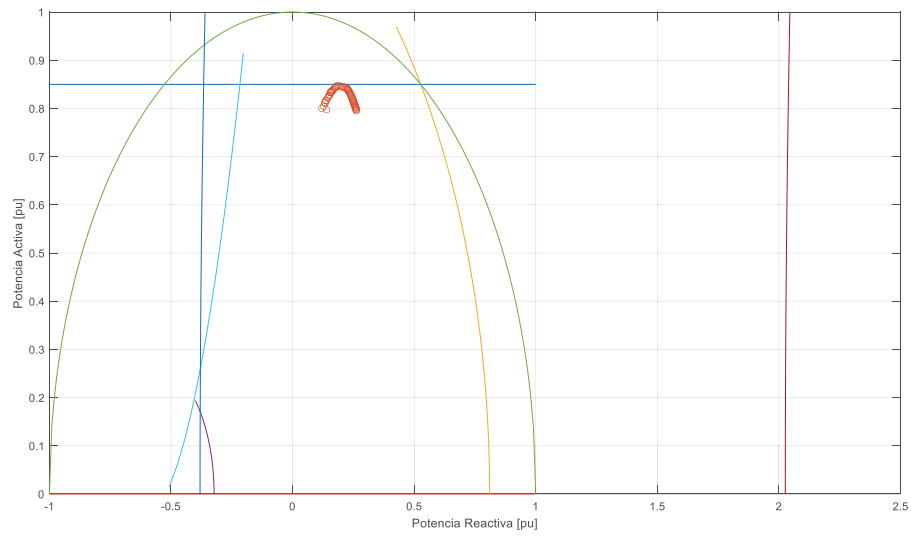
a) Paso 1

b) Paso 10



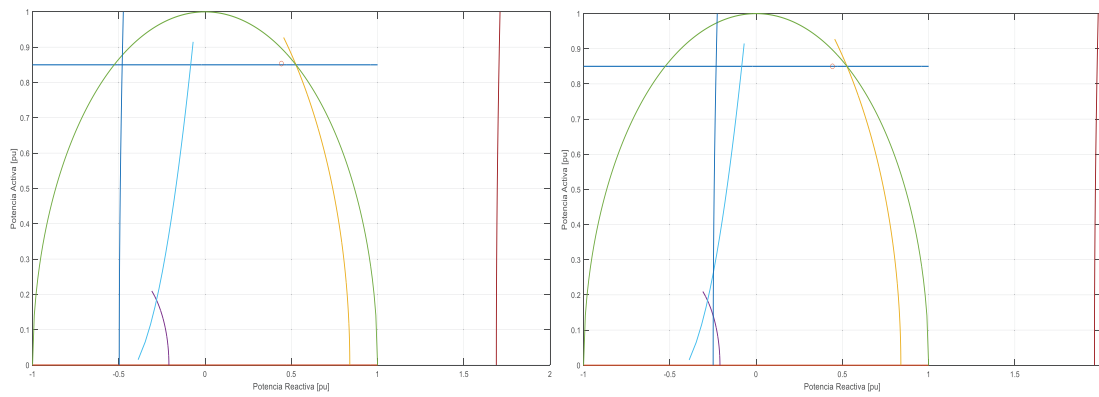
c) Paso 20

d) Paso 38



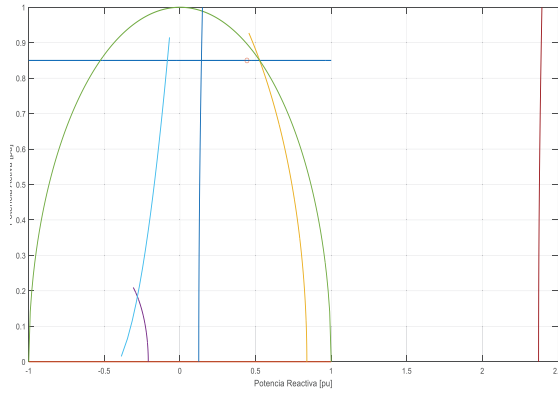
e) Paso 58

Figura 4.24. Puntos y límites de operación del generador Jaramijó

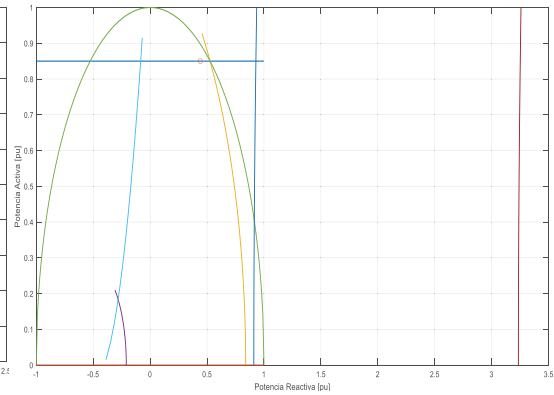


a) Paso 1

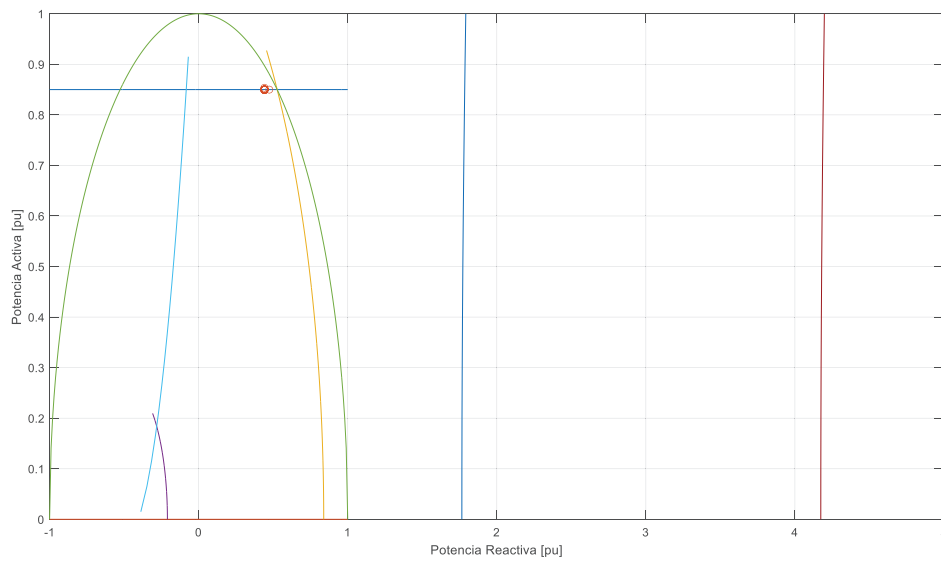
b) Paso 10



c) Paso 20

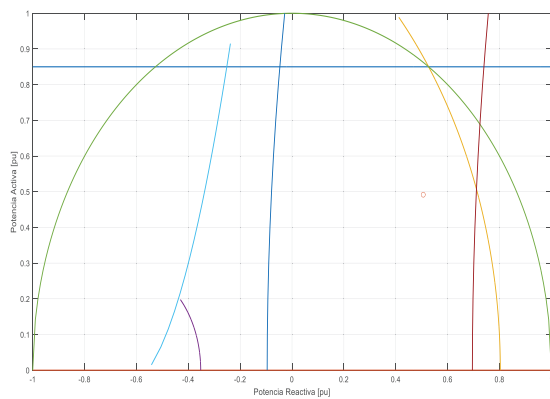


d) Paso 38

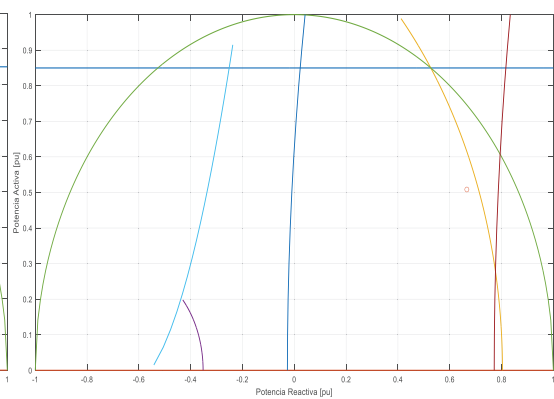


e) Paso 58

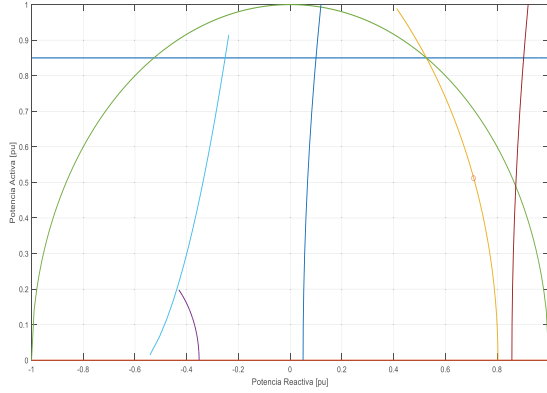
Figura 4.25. Puntos y límites de operación del generador Trinitaria



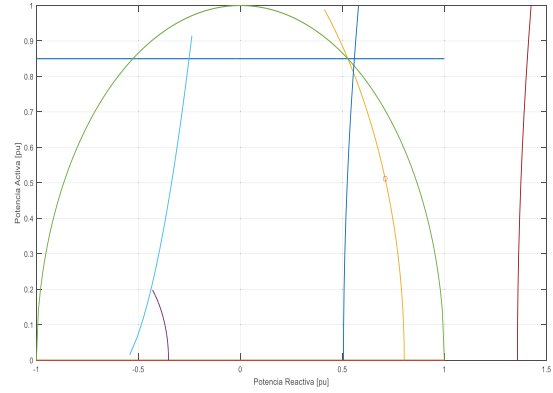
a) Paso 1



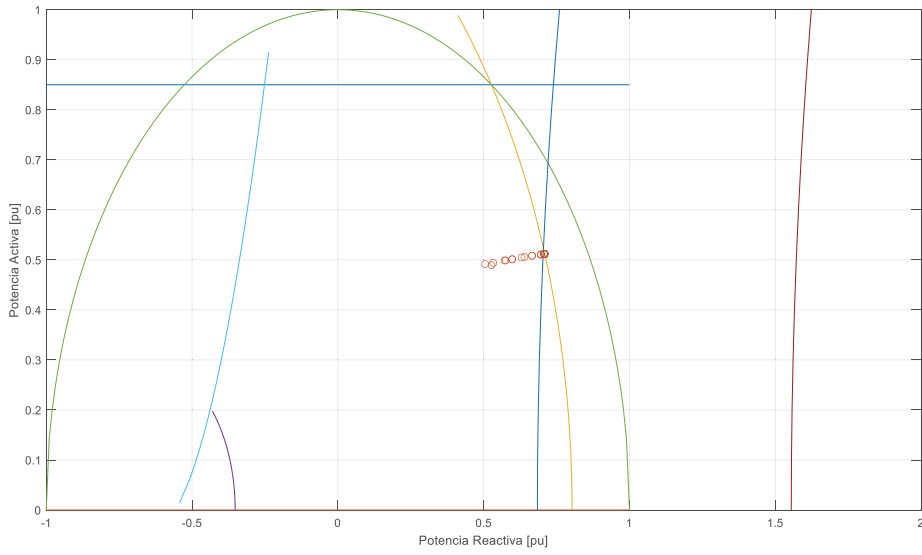
b) Paso 10



c) Paso 20

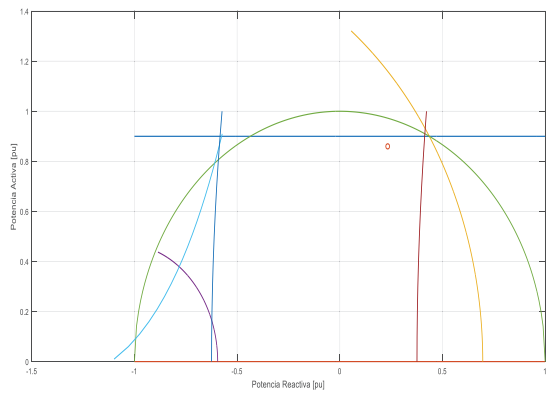


d) Paso 38

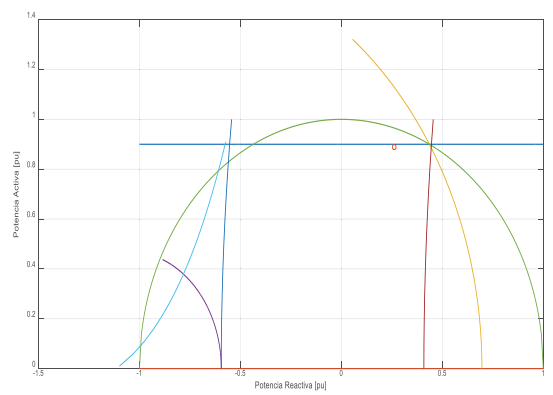


e) Paso 58

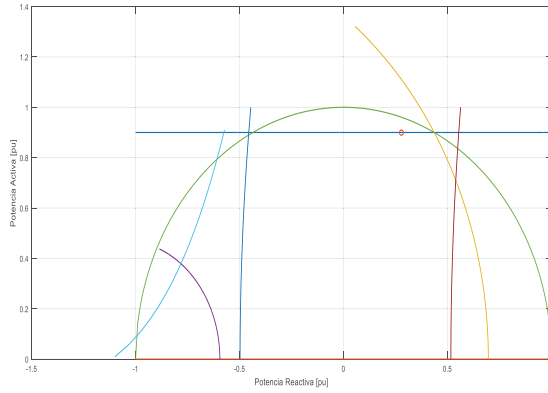
Figura 4.26. Puntos y límites de operación del generador Gonzalo Zevallos



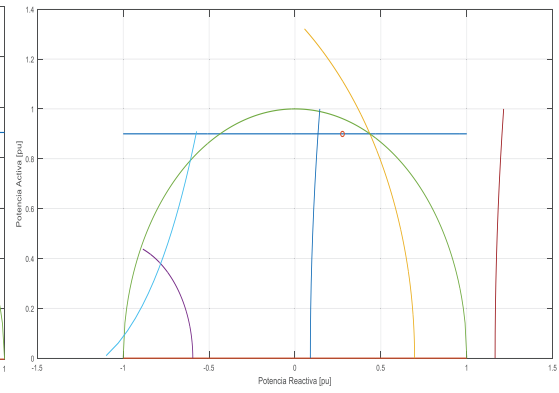
a) Paso 1



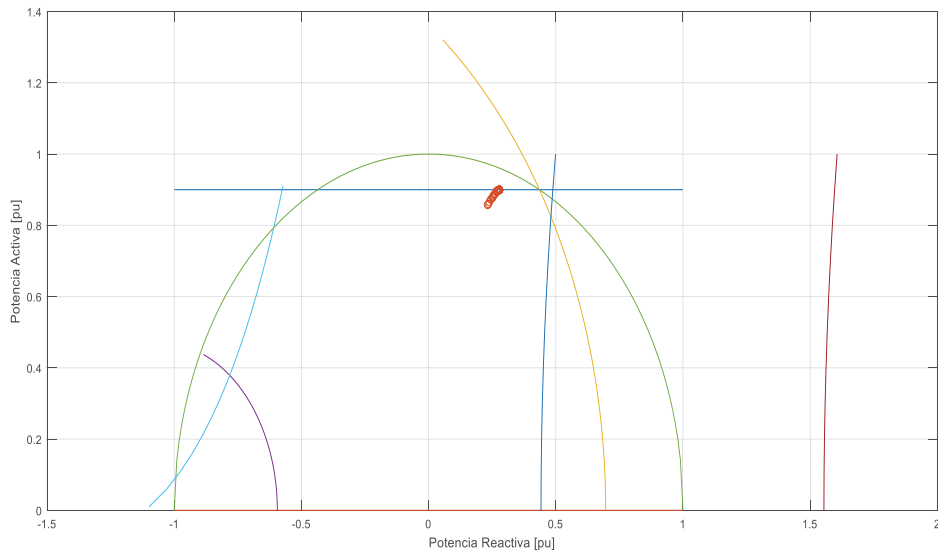
b) Paso 10



c) Paso 20

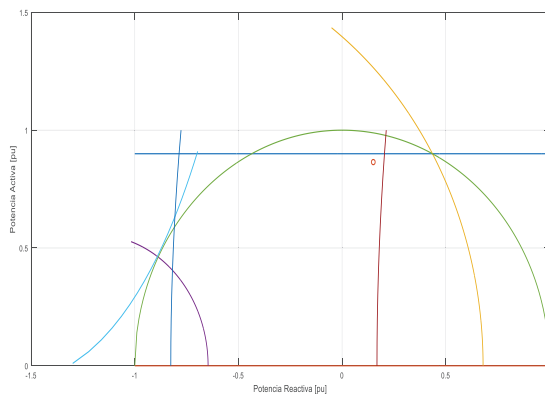


d) Paso 38

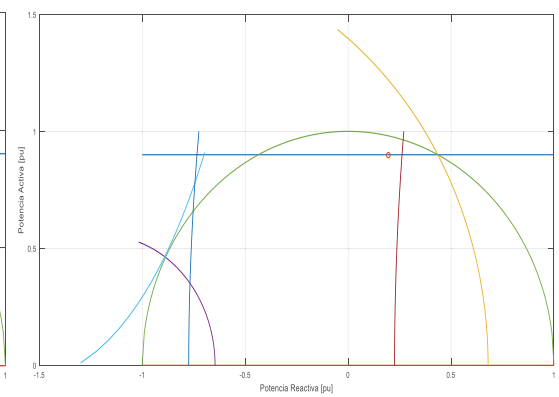


e) Paso 58

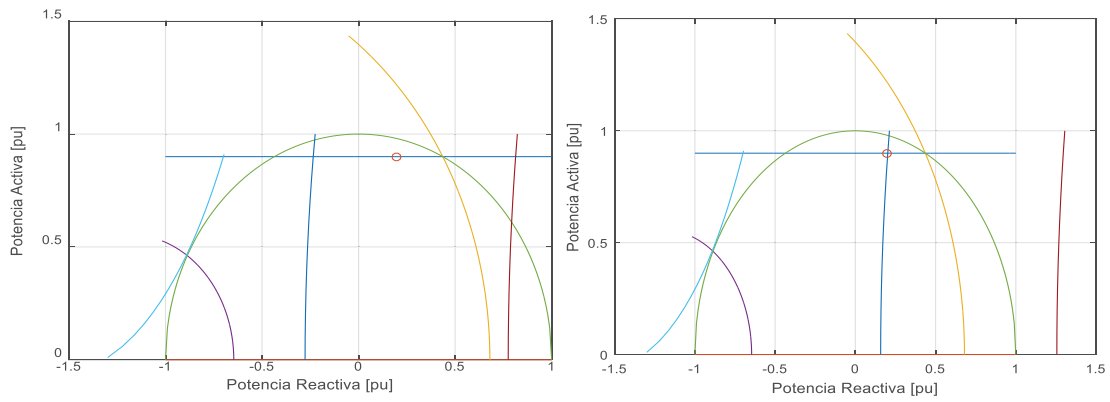
Figura 4.27. Puntos y límites de operación del generador de Paute Unidad 10.



a) Paso 1

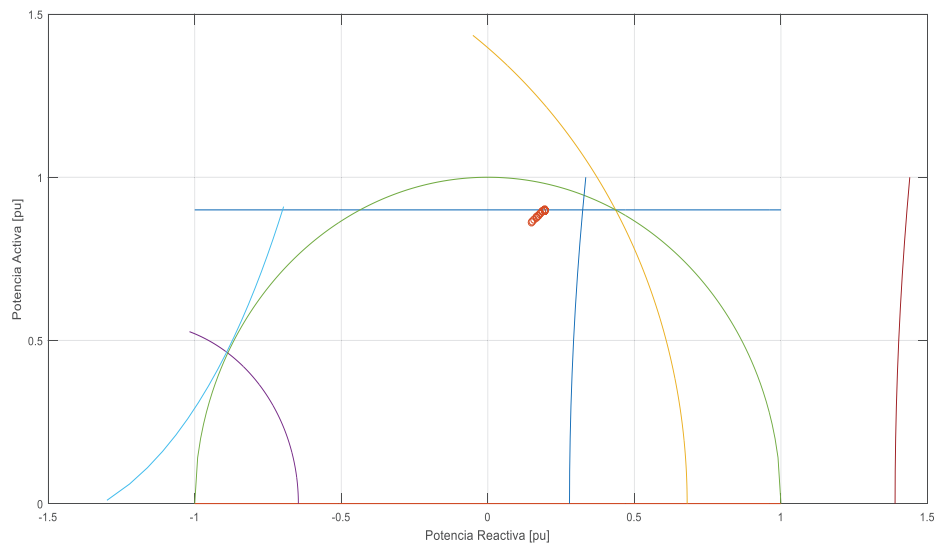


b) Paso 10



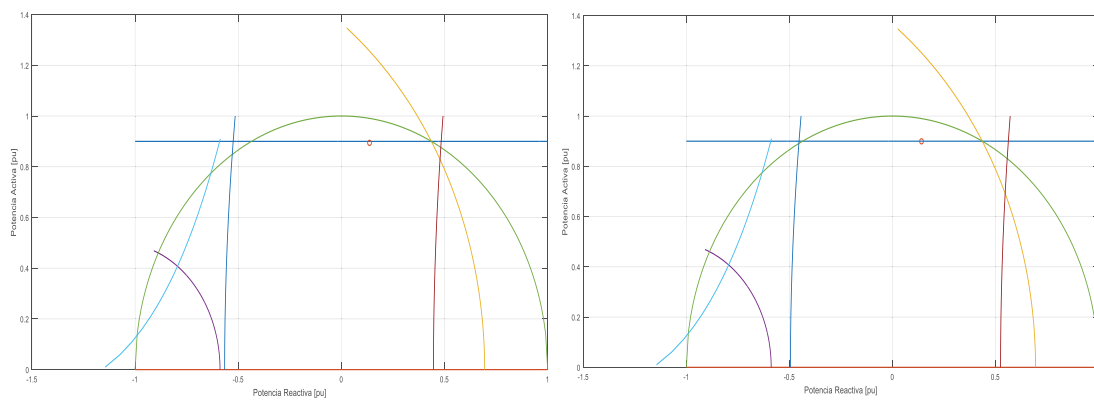
c) Paso 20

d) Paso 38



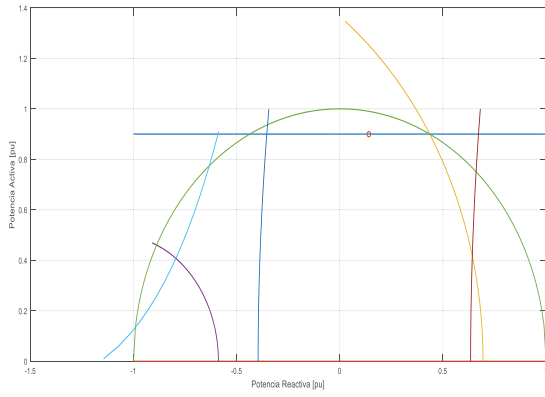
e) Paso 58

Figura 4.28. Puntos y límites de operación del generador de Paute Unidad 1.

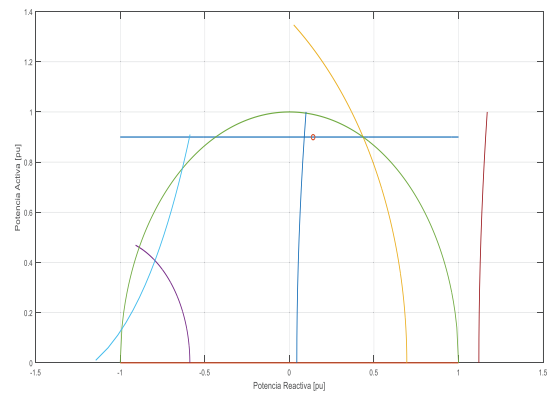


a) Paso 1

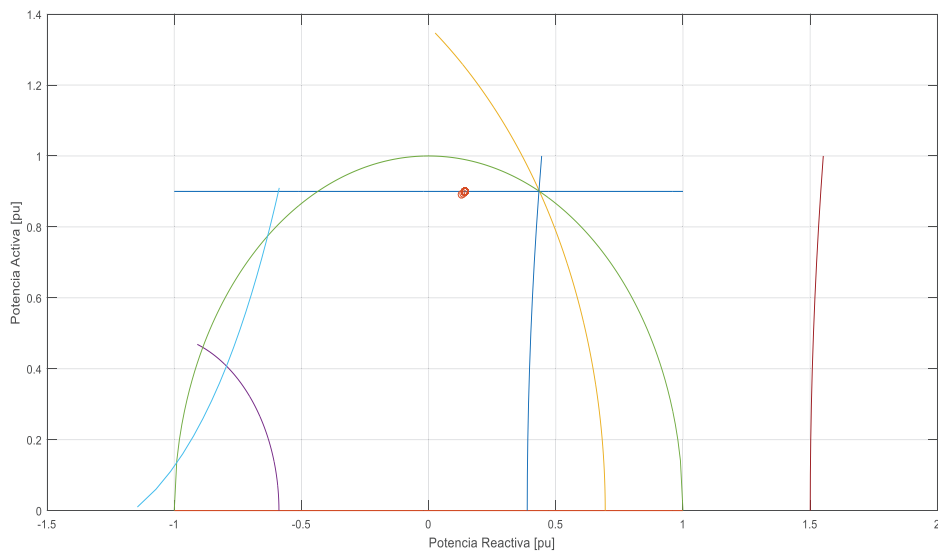
b) Paso 10



c) Paso 20

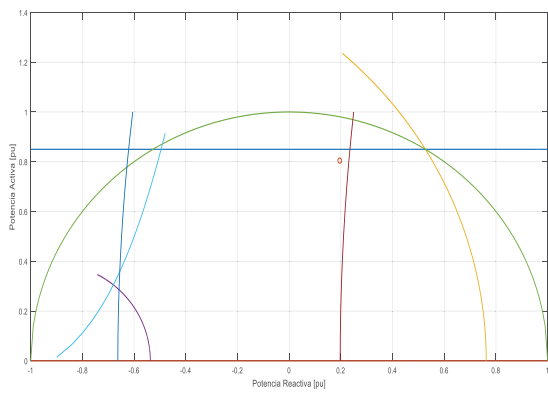


d) Paso 38

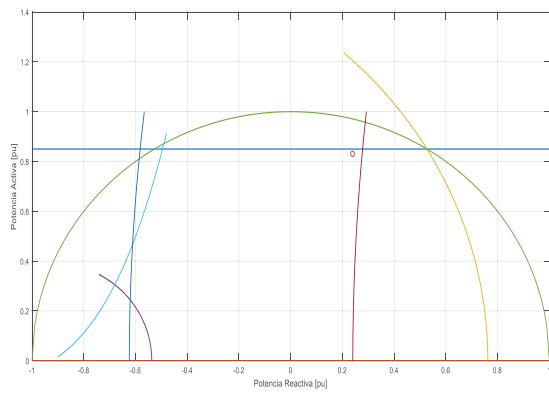


e) Paso 58

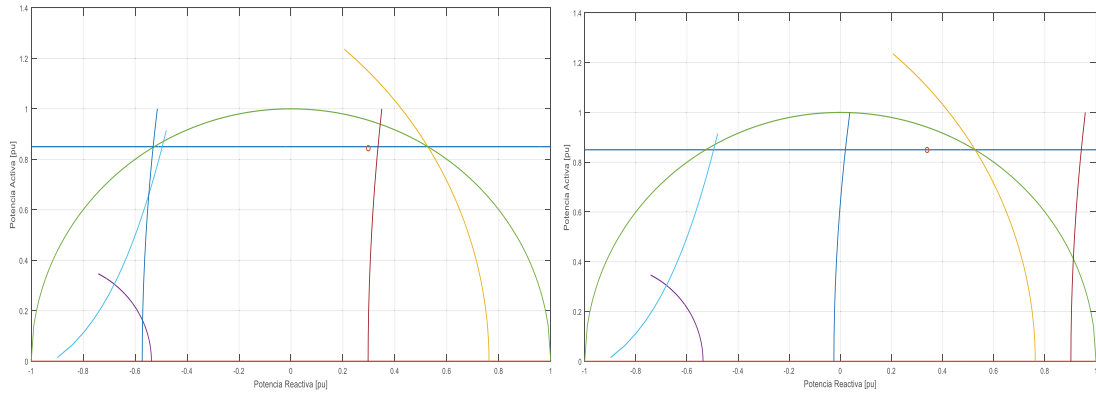
Figura 4.29. Puntos y límites de operación del generador de la central San Francisco



a) Paso 1

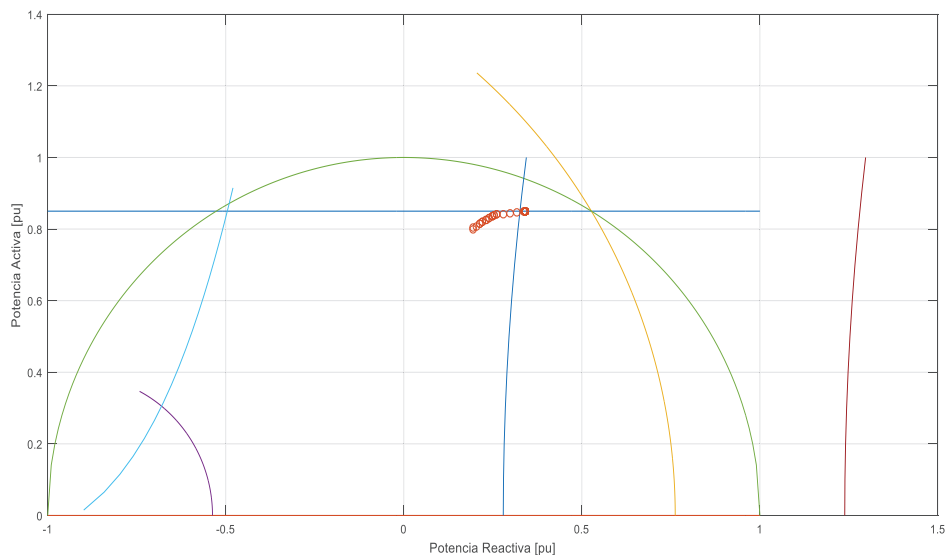


b) Paso 10



c) Paso 20

d) Paso 38



e) Paso 58

Figura 4.30. Puntos y límites de operación del generador de la central Mazar

Para los perfiles de voltaje de las barras de generación se toman en cuenta los servicios auxiliares de 9 centrales debido a que se tienen datos reales únicamente de estas barras. La Figura 4.31 y 4.32 muestran que la barra de la central térmica Esmeraldas (B_CTE_13.8) es la barra con mayor variación de voltaje con un valor de 3.45%. El valor del parámetro de continuación en el punto de colapso es 1.24576976.

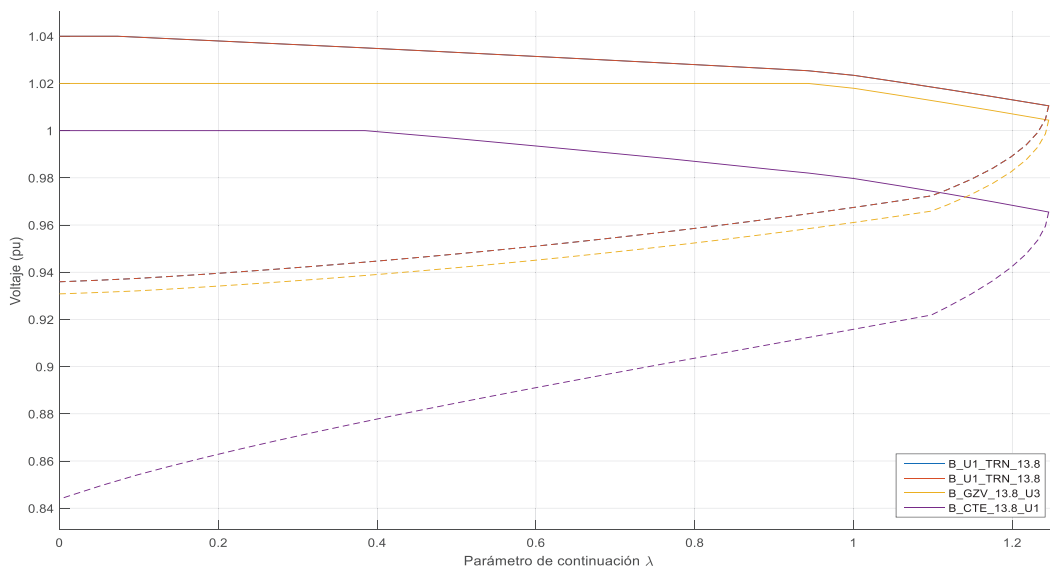


Figura 4.31. Curvas V-P de las barras de generación del sistema

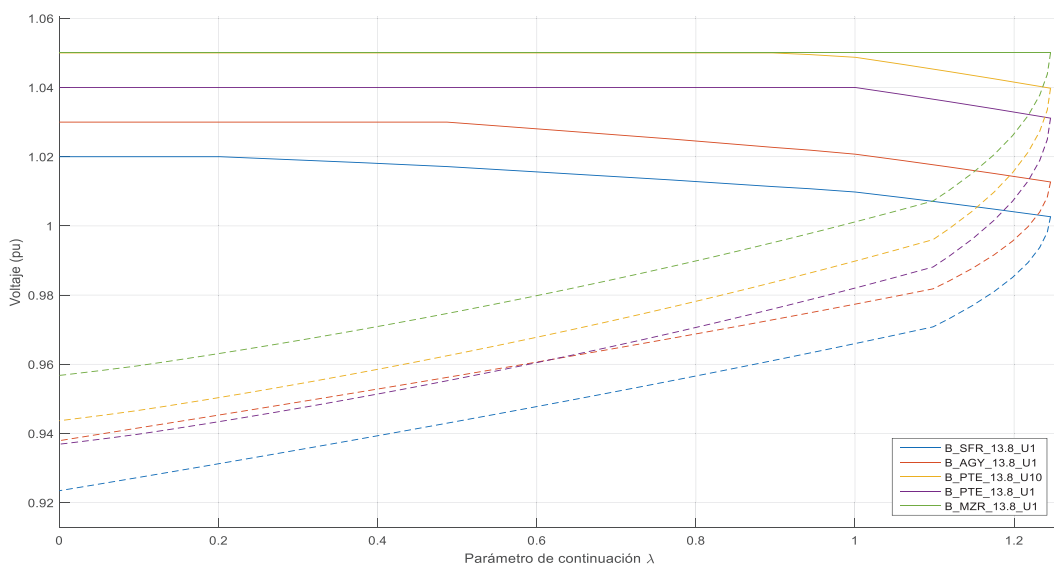


Figura 4.32. Curvas V-P de las barras de generación del sistema.

Las barras de carga de las Figuras 4.33 y 4.34 muestran las curvas V-P de la zona occidental, se observa que la barra de Pascuales (B_PSC_69), Nueva Prosperina (B_NPR_69) y Trinitaria (B_TRN_69) tienen una mayor variación de voltaje con valores 3,14%, 3,44% y 3,22% respectivamente. En la zona norte Figura 4.35 la barra de esmeraldas (B_ESM_69) 3,55% y en la zona sur Figura 4.36, la barra de Loja (B_LJA_69) 3,4%. En este caso también se tiene que la barra más débil es Policentro con una variación de 3,58% y el valor del parámetro de continuación (λ) en el punto de colapso es 1,24576976.

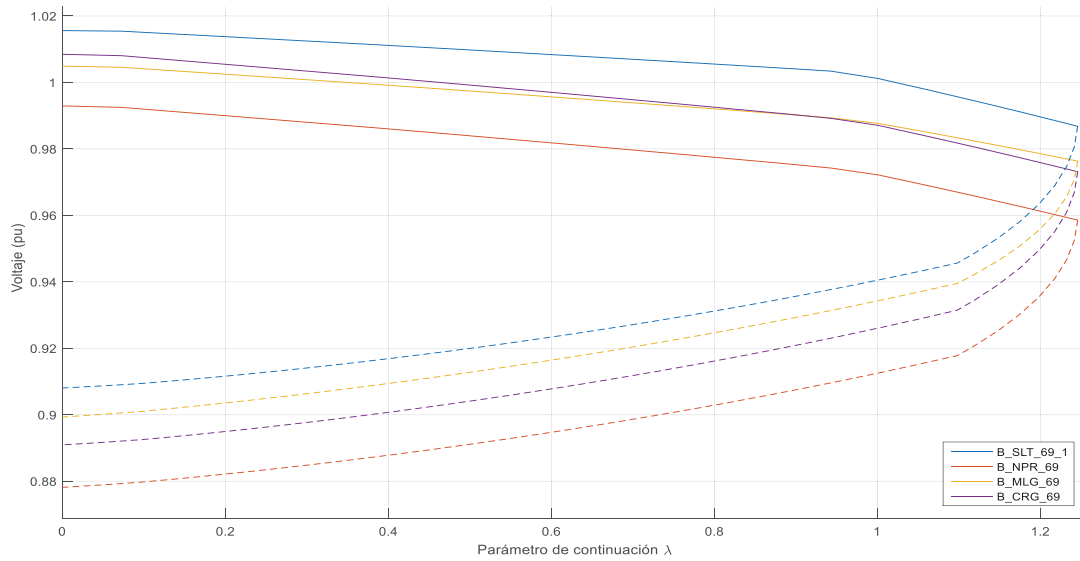


Figura 4.33. Curvas V-P de las barras de generación del sistema

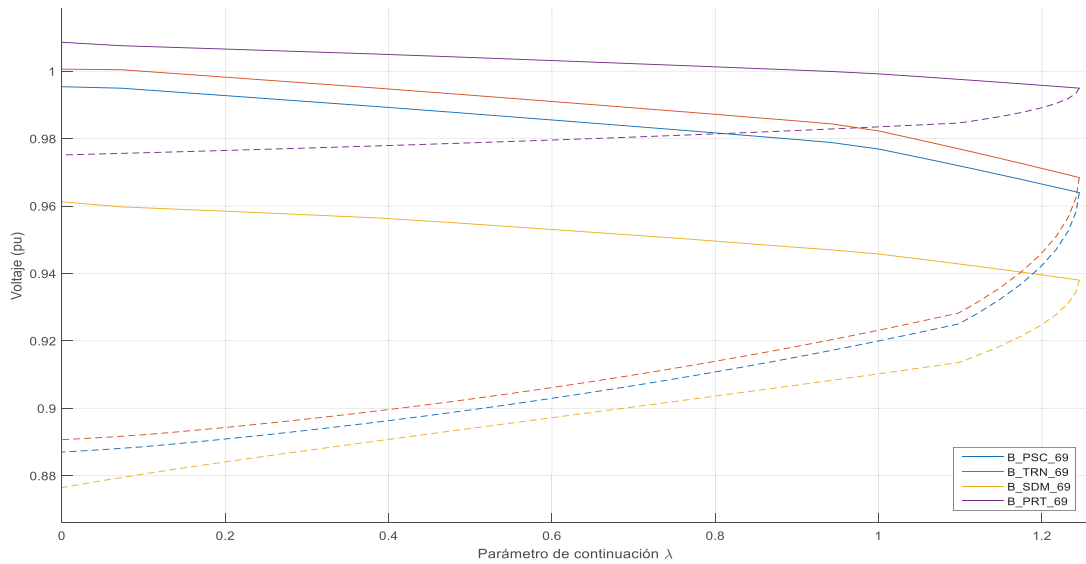


Figura 4.34. Curvas V-P de las barras de generación del sistema

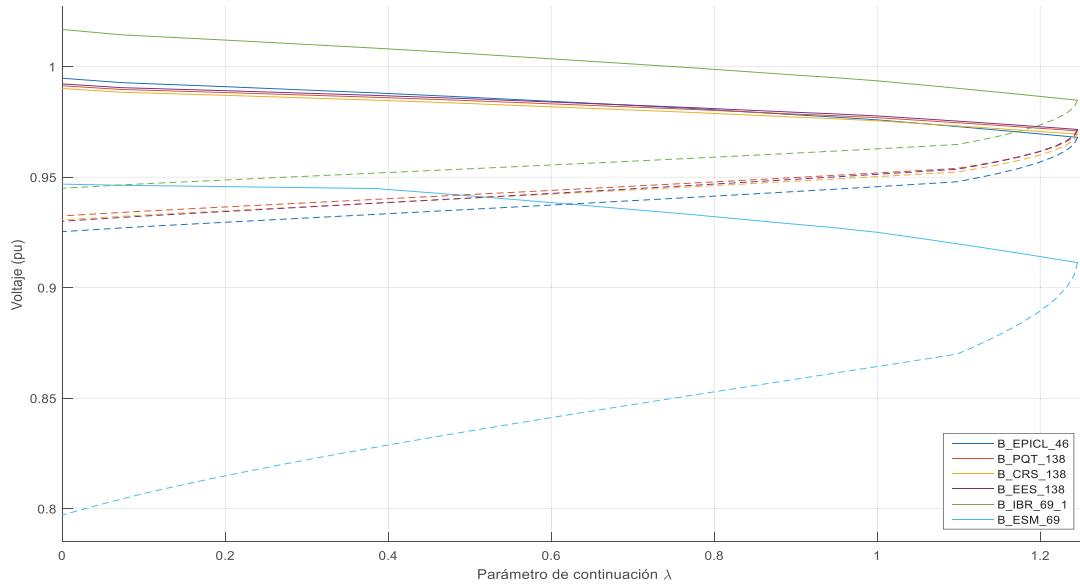


Figura 4.35. Curvas V-P de las barras de generación del sistema

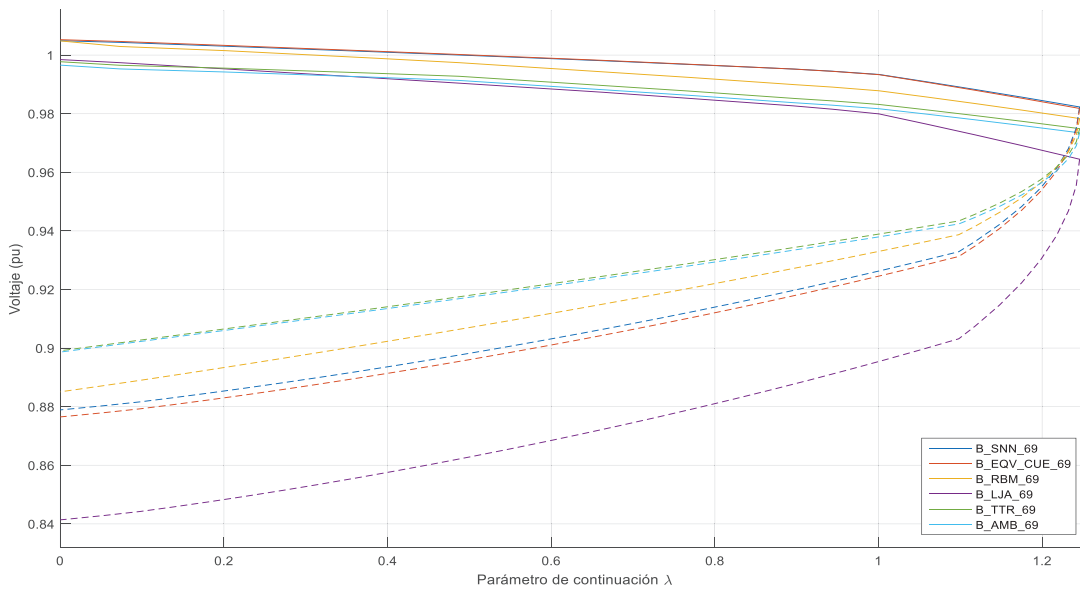


Figura 4.36. Curvas PV de las barras de generación del sistema

En el Anexo II se encuentra la Tabla II.3 que contiene los valores de variaciones de voltajes de las barras del Sistema Nacional Interconectado.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En el presente trabajo, las zonas seguras de operación de los generadores de las barras PV se incluyen tanto en el flujo de potencia como en el flujo de potencia continuado. Si el punto de operación se encuentra dentro de los límites, el generador entrega potencia activa a voltaje constante; mientras que si los viola su barra cambia a PQ.
- Los valores nominales de corriente de armadura, corriente de campo y margen de estabilidad en estado estable así como las magnitudes de potencia mecánica máxima y mínima describen lugares geométricos que imponen límites en la operación segura de una central de generación, límites que han sido incorporados en el presente trabajo.
- En este mismo contexto, los lugares geométricos variables asociados a límites de voltaje en la barra de servicios de auxiliares, que se desplazan en la curva de capacidad en función del voltaje del sistema, también son considerados en la modelación y cálculo de flujos de potencia continuados.
- A medida que se incrementa la carga, los lugares geométricos VP se aproximan a puntos de bifurcación, presentándose una variación significativa de voltaje y provocando que los límites en la capacidad de los generadores sean dominados por los lugares geométricos relacionados al voltaje de las barras de servicios auxiliares de los generadores.
- Para graficar la curva completa V vs. P en barras de un sistema de potencia se debe calcular el signo del determinante del Jacobiano. Si el signo es positivo se grafica el arco superior de la curva, si es negativo se grafica la

parte inferior y si es cero ocurre el problema de singularidad que significa que se encuentra en el punto de colapso.

- Analizando la variación de voltaje desde su condición inicial hasta el punto de bifurcación en el sistema WSCC de 9 barras, se concluye que la barra más débil es la número 7, con un cambio aproximadamente de -20%. Para los valores de reactancias de los generadores, porcentajes de margen de estabilidad en estado estable y límites de corriente mínima de campo, el límite más restrictivo en subexcitación corresponde al margen de estabilidad, mientras que en sobreexcitación el límite más restrictivo es la corriente máxima de campo.
- Los límites por voltaje de la barra de servicios auxiliares se consideran únicamente en los primeros pasos del método de flujos continuados, ya que a voltajes bajos del sistema, los correspondientes lugares geométricos dejan de ser predominantes. Con voltajes bajos en la barra del sistema, los voltajes de auxiliares no pueden sostenerse dentro del rango establecido, por lo que sus equipos empezarán a fallar y por ende la central saldrá de operación. De esta manera, los voltajes de barra calculados para valores fuera del rango permitido para la operación segura de auxiliares pueden ser descritos como teóricos.
- De acuerdo al análisis de variación de voltaje, las barras de carga más débiles del SNI son Policentro (B_PLC_69) y Esmeraldas (B_ESM_69) ya que tienen los valores más altos de variación de voltaje como son 3,58% y 3,55% respectivamente.
- El método de flujos continuados utilizado permite mediante la predicción y corrección obtener un punto aproximado al punto de bifurcación, debido a que el paso se hace más pequeño a medida que aumenta la carga del sistema.

- Dado a que el programa desarrollado se aplica a un sistema con un gran número de barras, se recurre al uso de métodos de vectorización para evitar lazos en el código, mejorando ostensiblemente el tiempo de ejecución.
- Se realiza el estudio de colapso de voltaje para demanda máxima, dado que es el peor escenario, pues la mayoría de elementos de la red se encuentra operando en valores cercanos a su máxima capacidad, con grandes caídas de voltaje y altas pérdidas de potencia activa y reactiva en líneas de transmisión y transformadores.
- En la cercanía del punto de colapso de voltaje el Jacobiano se vuelve una matriz singular. Para evitar esto, en el método de continuación aplicado a flujos de potencia se agrega una ecuación adicional al Jacobiano que depende del parámetro de continuación λ , de esta forma se puede trazar las curvas V-P completas para todas las barras del sistema.

5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar la función *fzero* en lugar de la función *fsolve* para resolver las ecuaciones no lineales necesarias para calcular el valor de ángulo de potencia en el límite de margen de estabilidad en estado estable de los generadores sincrónicos de polos salientes.
- La matriz de admitancias de barra de sistemas de potencia muy grandes tiene la característica de ser dispersa, es decir con una gran cantidad de elementos cero. Por lo tanto, resulta de gran utilidad utilizar la función “sparse” de MATLAB, diseñada para este tipo de matrices, evitando así el uso de lazos iterativos anidados con tiempos de ejecución extensos.
- Utilizar los valores de variación de voltaje respecto de la variación del parámetro de continuación como un criterio para determinar la ubicación de compensación reactiva. En el caso del SNI las barras con mayor variación de

voltaje son Policentro 69kV, Esmeraldas 69kV, Esmeraldas 138kV y Caraguay 69kV.

- Repotenciar las líneas de transmisión que abastecen las cargas conectadas en Policentro, Caraguay e Ibarra. Este repotenciamiento se podría realizar mediante cambio de conductor, construcción de líneas en paralelo o cambio de nivel de voltaje.
- El programa desarrollado permite continuar con nuevas aplicaciones al estudio de un sistema eléctrico de potencia tales como:
 - Incluir el cambio automático en los transformadores con LTC.
 - Incluir la repartición del crecimiento de la carga entre generadores en base a su disponibilidad de potencia.
 - Incorporar un estudio de contingencias para conocer el efecto de pérdidas de elementos sobre las curvas V-P y su punto de bifurcación.
 - Incorporar la modelación de carga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. D. Glover, M. Sarma, y T. Overbye, *Power System Analysis and Design*, Fifth Edition. Cengage Learning, 2011.
- [2] A. Gómez-Exposito, A. J. Conejo, y C. Cañizares, *Electric Energy Systems: Analysis and Operation*, First Edition. CRC Press, 2008.
- [3] J. J. Grainger y W. D. Stevenson, *Power Systems Analysis*, First Edition. McGraw-Hill, 1994.
- [4] P. Kundur, *Power System Stability and Control*, First Edition. New York: McGraw-Hill Education, 1994.
- [5] T. van Cutsem y C. Vournas, *Voltage Stability of Electric Power Systems*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [6] R. Castillo y D. Omar, «Análisis de colapso de voltaje por el método de continuación de flujos de potencia considerando zonas seguras de operación de generadores sincrónicos», sep. 2008.
- [7] D. B. Rushmore y E. A. Lof, «Generator and prime mover capacities», *Am. Inst. Electr. Eng. Proc. Of*, vol. 32, n.º 3, pp. 709-720, mar. 1913.
- [8] M. Eremia y M. Shahidehpour, *Handbook of Electrical Power System Dynamics: Modeling, Stability, and Control*. John Wiley & Sons, 2013.
- [9] J. Játiva, «Incorporación de Límites por Restricciones de Servicios Auxiliares en las Curvas de Capacidad de Generadores de Centrales Eléctricas», *Rev. Politécnica*, vol. 32, jul. 2013.
- [10] J. Chancusig, «Sintonización de Taps de los Transformadores del SNI para operación en el año 2011», Tesis, Escuela Politécnica Nacional, 2011.
- [11] C. Cañizares, «Computer Simulation of Power Systems - Power Flow», University of Waterloo, feb-2001.
- [12] J. Játiva-Ibarra, G. Constante-Flores, y G. Cabera-Celi, «Flujo de Potencia por Newton-Raphson con el Jacobiano Calculado en las Ecuaciones de Errores de Potencia», *Rev. Politécnica*, vol. 33, n.º 1, feb. 2014.
- [13] Western Electricity Coordinating Council, «Guide to WECC/NERC Planning Standards I.D: Voltage Support and Reactive Power», 30-mar-2006.
- [14] C. W. Taylor, *Power system voltage stability*. McGraw-Hill Ryerson, Limited, 1994.
- [15] V. Ajjarapu, *Computational Techniques for Voltage Stability Assessment and Control*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [16] M. B. Keskin, «Continuation Power Flow and Voltage Stability in Power Systems», Middle East Technical University, 2007.
- [17] F. Quilumba, «Análisis de estabilidad de voltaje en estado estable de sistemas eléctricos de potencia basado en el método de continuación aplicado a flujos de potencia», Tesis, Escuela Politécnica Nacional, 2008.
- [18] M. L. Crow, *Computational Methods for Electric Power Systems*. CRC Press, 2002.
- [19] J. Arrillaga y N. R. Watson, *Computer modelling of electrical power systems*. Wiley, 2001.
- [20] P. M. Anderson y A. A. Fouad, *Power System Control and Stability*, Second Edition. Piscataway, N.J: Wiley-IEEE Press, 2002.

ANEXOS

59	B_DCR_69	PQ	1	0,0000	100,3850	29,2775	0,0000	0,0000	24,0000	5,0193	1,4639	0,0000
60	B_DPR_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
61	B_ECR_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
62	B_EES_138	PQ	1	0,0000	36,6220	10,6808	0,0000	0,0000	0,0000	1,8311	0,5340	0,0000
63	B_ELZ_4.16	PQ	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	4,9000	0,4000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
64	B_EMAAPQ_6.6	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	6,5000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
65	B_EPICL_46	PQ	1	0,0000	48,4227	14,1224	0,0000	0,0000	0,0000	2,4211	0,7061	0,0000
66	B_EQL_13.8_U1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
67	B_EQL_13.8_U2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
68	B_EQL_13.8_U3	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
69	B_EQL_13.8_U4	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
70	B_EQL_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
71	B_EQL_69	PQ	1	0,0000	35,0000	10,2083	0,0000	0,0000	0,0000	1,7500	0,5104	0,0000
72	B_EQV_CUE_69	PQ	1	0,0000	73,7856	21,5211	16,1000	0,0000	0,0000	3,6893	1,0761	0,0000
73	B_ESC_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	30,0000	0,0000	0,0000	0,0000
74	B_ESC_230	PQ	1	0,0000	30,0000	8,7500	0,0000	0,0000	0,0000	1,5000	0,4375	0,0000
75	B_ESM_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
76	B_ESM_69	PQ	1	0,0000	63,3450	22,7938	0,0000	0,0000	24,0000	3,1673	1,1397	0,0000
77	B_FLORE_46	PQ	1	0,0000	9,9980	2,9167	0,0000	0,0000	0,0000	0,4999	0,1458	0,0000
78	B_GAS_13.8_U1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
79	B_GAS_13.8_U2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
80	B_GAS_13.8_U3	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
81	B_GAS_13.8_U5	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
82	B_GAS_13.8_U6	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
83	B_GLC_138	PQ	1	0,0000	12,0690	3,5204	0,0000	0,0000	0,0000	0,6035	0,1760	0,0000
84	B_GNG_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
85	B_GNG_6.6	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
86	B_GNH_6.3_U2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	4,9000	1,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
87	B_GNR_13.8	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
88	B_GRN_69	PQ	1	0,0000	15,0860	4,4013	1,0000	0,2000	0,0000	0,7543	0,2201	0,0000
89	B_GUANG_46	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	5,7400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
90	B_GUANG_T_46	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
91	B_GZV_13.8_U2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
92	B_GZV_13.8_U4	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
93	B_Gunagopolo_13.8	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
94	B_IBR_13.8_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	12,0000	0,0000	0,0000	0,0000
95	B_IBR_138_1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
96	B_IBR_69_1	PQ	1	0,0000	88,1100	25,6988	7,5320	2,0000	0,0000	4,4055	1,2849	0,0000
97	B_ING_13.8	PQ	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	10,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
98	B_ING_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
99	B_ING_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
100	B_INAQU_46	PQ	1	0,0000	17,1740	5,0079	0,0000	0,0000	0,0000	0,8587	0,2504	0,0000
101	B_JVN_13.8	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
102	B_JVN_69	PQ	1	0,0000	8,4110	2,4529	0,0000	0,0000	0,0000	0,4206	0,1226	0,0000
103	B_KPP_13.8_U1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
104	B_KPP_13.8_U2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
105	B_LAG_69	PQ	1	0,0000	17,3960	5,0750	0,0000	0,0000	0,0000	0,8698	0,2538	0,0000
106	B_LCH_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
107	B_LES_4.16	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
108	B_LJA_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
109	B_LJA_69	PQ	1	0,0000	49,5350	14,4477	1,8000	0,2000	12,0000	2,4768	0,7224	0,0000
110	B_LMJ_138_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
111	B_LMN_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
112	B_L_BANCO_46	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
113	B_L_BANCO_69	PQ	1	0,0000	5,6250	1,6421	0,0000	0,0000	0,0000	0,2813	0,0821	0,0000
114	B_MCH_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
115	B_MCHI_138	PQ	1	0,0000	16,2470	4,7396	0,0000	0,0000	0,0000	0,8124	0,2370	0,0000
116	B_MCH_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
117	B_MCH_69_1	PQ	1	0,0000	134,2370	39,1534	0,0000	0,0000	0,0000	6,7119	1,9577	0,0000
118	B_MDD_13.8	PQ	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	20,3310	6,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
119	B_MLG_13.8_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	18,0000	0,0000	0,0000	0,0000
120	B_MLG_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
121	B_MLG_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
122	B_MLG_69	PQ	1	0,0000	126,3260	36,8434	0,0000	0,0000	0,0000	6,3163	1,8422	0,0000
123	B_MLL_138	PQ	1	0,0000	46,7000	13,6208	0,0000	0,0000	0,0000	2,3350	0,6810	0,0000
124	B_MLL_69	PQ	1	0,0000	39,3580	11,4800	6,0000	0,0000	0,0000	1,9679	0,5740	0,0000

125	B_MLN_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
126	B_MLN_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
127	B_MND_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
128	B_MNTC_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
129	B_MNTC_69	PQ	1	0,0000	53,7318	15,6713	0,0000	0,0000	0,0000	2,6866	0,7836	0,0000
130	B_MNTIL_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
131	B_MNTIL_69	PQ	1	0,0000	35,8212	10,4479	20,0040	3,6000	0,0000	1,7911	0,5224	0,0000
132	B_MZR_230_U1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
133	B_MZR_230_U2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
134	B_NAYÓN_46	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
135	B_NORTE_46	PQ	1	0,0000	16,1060	4,6987	0,0000	0,0000	0,0000	0,8053	0,2349	0,0000
136	B_NPR_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
137	B_NPR_69	PQ	1	0,0000	120,3000	35,0875	0,0000	0,0000	12,0000	6,0150	1,7544	0,0000
138	B_NYN_6.9	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	27,9500	6,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
139	B_N_AEROP_46	PQ	1	0,0000	3,6720	1,0704	0,0000	0,0000	0,0000	0,1836	0,0535	0,0000
140	B_OCN_13.8	PQ	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	24,8580	5,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
141	B_PAPAL_23	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
142	B_PAPAL_46	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
143	B_PASOCH_46	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
144	B_PCR_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
145	B_PHN_4.16	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
146	B_PLC_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
147	B_PLC_69	PQ	1	0,0000	112,0640	32,6842	0,0000	0,0000	0,0000	5,6032	1,6342	0,0000
148	B_PMQ_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
149	B_PMQ_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
150	B_PQT_138	PQ	1	0,0000	46,8050	13,6529	0,0000	0,0000	0,0000	2,3403	0,6826	0,0000
151	B_PRT_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
152	B_PRT_69	PQ	1	0,0000	86,8840	25,3400	0,0000	0,0000	12,0000	4,3442	1,2670	0,0000
153	B_PSC_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	60,0000	0,0000	0,0000	0,0000
154	B_PSC_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
155	B_PSC_69	PQ	1	0,0000	166,1470	48,4604	0,0000	0,0000	0,0000	8,3074	2,4230	0,0000
156	B_PSR_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
157	B_PSR_69	PQ	1	0,0000	18,1910	5,3054	0,0000	0,0000	12,0000	0,9096	0,2653	0,0000
158	B_PYO_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
159	B_PYO_69	PQ	1	0,0000	9,7120	2,8321	0,0000	0,0000	0,0000	0,4856	0,1416	0,0000
160	B_P_GUERR_46	PQ	1	0,0000	13,0400	3,8033	0,0000	0,0000	0,0000	0,6520	0,1902	0,0000
161	B_QNC_138	PQ	1	0,0000	10,9290	3,1879	0,0000	0,0000	0,0000	0,5465	0,1594	0,0000
162	B_QNN_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
163	B_QNN_69	PQ	1	0,0000	14,8090	4,3196	0,0000	0,0000	0,0000	0,7405	0,2160	0,0000
164	B_QVD_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
165	B_QVD_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
166	B_QVD_69	PQ	1	0,0000	65,7100	19,1654	0,0000	0,0000	0,0000	3,2855	0,9583	0,0000
167	B_RBM_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
168	B_RBM_69	PQ	1	0,0000	57,5920	16,7971	11,2020	2,4000	0,0000	2,8796	0,8399	0,0000
169	B_RCP_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
170	B_RCP_6.6	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	6,5000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
171	B_S/E_3_46	PQ	1	0,0000	9,9100	2,8904	0,0000	0,0000	0,0000	0,4955	0,1445	0,0000
172	B_SALE_13.8	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
173	B_SAL_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
174	B_SAL_46	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
175	B_SANGO_46	PQ	1	0,0000	21,8168	6,3641	0,0000	0,0000	0,0000	1,0908	0,3182	0,0000
176	B_SAN_138	PQ	1	0,0000	19,0450	5,5563	6,1000	2,0000	0,0000	0,9523	0,2778	0,0000
177	B_SBM_13.8	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	14,3600	2,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
178	B_SDM_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
179	B_SDM_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
180	B_SDM_69	PQ	1	0,0000	80,7400	23,5492	0,0000	0,0000	0,0000	4,0370	1,1775	0,0000
181	B_SE19_138	PQ	1	0,0000	25,0330	7,3004	0,0000	0,0000	0,0000	1,2517	0,3650	0,0000
182	B_SE19_46	PQ	1	0,0000	21,9450	6,3992	0,0000	0,0000	0,0000	1,0973	0,3200	0,0000
183	B_SEL_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
184	B_SEL_69	PQ	1	0,0000	60,3370	17,5992	0,0000	0,0000	0,0000	3,0169	0,8800	0,0000
185	B_SFR_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
186	B_SGR_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
187	B_SGR_230	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
188	B_SHY_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
189	B_SHY_20	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
190	B_SID_138	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	20,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

323	B_QNN_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
324	B_SLT_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
325	B_TTR_F_1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
326	B_TRN_F_1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
327	B_TLC_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
328	B_BNS_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
329	B_IBR_138_1_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
330	B_MLL_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
331	B_QVD_F_1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
332	B_ESC_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
333	B_ING_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
334	B_SRS_F_1	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
335	B_SGR_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
336	B_PMQ_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
337	B_SE19_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
338	B_VCN_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
339	B_NPR_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
340	B_RBM_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
341	B_TNA_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
342	B_SAL_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
343	B_SNN_F	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
344	B_QVD_F_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
345	B_MLG_F_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
346	B_MCH_F_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
347	B_SDM_F_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
348	B_PSC_F_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
349	B_TTR_F_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
350	B_TRN_F_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
351	B_SRS_F_2	PQ	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
352	B_CT_GUANG_13.8	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	31,1999	8,7551	0,0000	0,0000	0,0000	1,5600
353	B_ABN_4.16	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	37,2850	-2,1764	0,0000	0,0000	0,0000	1,8643
354	B_AGY_13.8_U1	PV	1,03	0,0000	0,0000	0,0000	78,0000	12,3720	0,0000	0,0000	0,0000	3,9000
355	B_AGY_13.8_U2	PV	1,03	0,0000	0,0000	0,0000	78,0000	12,3720	0,0000	0,0000	0,0000	3,9000
356	B_BBA_13.8	PV	1	0,0000	0,0000	0,0000	41,3620	14,6235	0,0000	0,0000	0,0000	2,0681
357	B_CTE_13.8_U1	PV	1	0,0000	0,0000	0,0000	130,0000	5,1584	0,0000	0,0000	0,0000	6,5000
358	B_DPR_13.8_U1	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	62,9530	16,6811	0,0000	0,0000	0,0000	3,1477
359	B_DPR_13.8_U2	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	62,9530	16,6811	0,0000	0,0000	0,0000	3,1477
360	B_DPR_13.8_U3	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	62,9530	16,6811	0,0000	0,0000	0,0000	3,1477
361	B_GZV_13.8_U3	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	42,0000	42,0245	0,0000	0,0000	0,0000	2,1000
362	B_MPW_13.8_U1	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	65,0000	17,8593	0,0000	0,0000	0,0000	3,2500
363	B_MPW_13.8_U2	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	65,0000	17,8593	0,0000	0,0000	0,0000	3,2500
364	B_MZR_13.8_U1	PV	1,05	0,0000	0,0000	0,0000	80,0160	19,7049	0,0000	0,0000	0,0000	4,0008
365	B_MZR_13.8_U2	PV	1,05	0,0000	0,0000	0,0000	80,0160	19,7049	0,0000	0,0000	0,0000	4,0008
366	B_PTE_13.8_U1	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	27,1572	0,0000	0,0000	0,0000	5,0000
367	B_PTE_13.8_U10	PV	1,05	0,0000	0,0000	0,0000	110,0000	19,2587	0,0000	0,0000	0,0000	5,5000
368	B_PTE_13.8_U2	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	27,1572	0,0000	0,0000	0,0000	5,0000
369	B_PTE_13.8_U3	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	27,1572	0,0000	0,0000	0,0000	5,0000
370	B_PTE_13.8_U4	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	27,1572	0,0000	0,0000	0,0000	5,0000
371	B_PTE_13.8_U5	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	27,1572	0,0000	0,0000	0,0000	5,0000
372	B_PTE_13.8_U6	PV	1,05	0,0000	0,0000	0,0000	110,0000	19,2587	0,0000	0,0000	0,0000	5,5000
373	B_PTE_13.8_U7	PV	1,05	0,0000	0,0000	0,0000	110,0000	19,2587	0,0000	0,0000	0,0000	5,5000
374	B_PTE_13.8_U8	PV	1,05	0,0000	0,0000	0,0000	110,0000	19,2587	0,0000	0,0000	0,0000	5,5000
375	B_PTE_13.8_U9	PV	1,05	0,0000	0,0000	0,0000	110,0000	19,2587	0,0000	0,0000	0,0000	5,5000
376	B_SFR_13.8_U1	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	112,0000	20,6196	0,0000	0,0000	0,0000	5,6000
377	B_SFR_13.8_U2	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	112,0000	20,6196	0,0000	0,0000	0,0000	5,6000
378	B_TGM_13.8_U3	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	70,0000	18,1940	0,0000	0,0000	0,0000	3,5000
379	B_TGS_13.8_U1	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	17,4461	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
380	B_TGS_13.8_U2	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	17,4461	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
381	B_U1_TRN_13.8	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	133,0000	64,6939	0,0000	0,0000	0,0000	6,6500
382	B_U2_PSC_13.8	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	120,0000	17,2200	0,0000	0,0000	0,0000	6,0000
383	B_U2_SEL_13.8	PV	1	0,0000	0,0000	0,0000	40,0000	2,5671	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000
384	B_U_JRM_13.8	PV	1,04	0,0000	0,0000	0,0000	140,0040	22,6715	0,0000	0,0000	0,0000	7,0002
385	B_U_SHU_13.8	PV	1,02	0,0000	0,0000	0,0000	40,0000	8,7785	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000

Tabla I.2. Datos de generadores del Sistema Nacional Interconectado

No.	xd [pu]	xq [pu]	V [pu]	Pnom [MVA]	fp	Pmáx[MW]	Pmín[MW]	Efmin [%]	MEEE [%]
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0
8	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	1	0	0	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0
14	0	0	1	0	0	0	0	0	0
15	0	0	1	0	0	0	0	0	0
16	0	0	1	0	0	0	0	0	0
17	0	0	1	0	0	0	0	0	0
18	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19	0	0	1	0	0	0	0	0	0
20	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21	0	0	1	0	0	0	0	0	0
22	0	0	1	0	0	0	0	0	0
23	0	0	1	0	0	0	0	0	0
24	0	0	1	0	0	0	0	0	0
25	0	0	1	0	0	0	0	0	0
26	0	0	1	0	0	0	0	0	0
27	0	0	1	0	0	0	0	0	0
28	0	0	1	0	0	0	0	0	0
29	0	0	1	0	0	0	0	0	0
30	0	0	1	0	0	0	0	0	0
31	0	0	1	0	0	0	0	0	0
32	0	0	1	0	0	0	0	0	0
33	0	0	1	0	0	0	0	0	0
34	0	0	1	0	0	0	0	0	0
35	0	0	1	0	0	0	0	0	0
36	0	0	1	0	0	0	0	0	0
37	0	0	1	0	0	0	0	0	0
38	1,1	0,8	1	4,5	-0,8	3,6	0	0	0
39	0	0	1	0	0	0	0	0	0
40	0	0	1	0	0	0	0	0	0
41	0	0	1	0	0	0	0	0	0
42	0	0	1	0	0	0	0	0	0
43	1,1	0,8	1	5,6	-0,8	4,48	0	0	0
44	1,37	0,76	1	20,8	-0,92	19,136	0	0	0
45	0	0	1	0	0	0	0	0	0
46	0	0	1	0	0	0	0	0	0
47	1,393	0,9	1	44,8	-0,9	40,32	0	0	0
48	0	0	1	0	0	0	0	0	0
49	0	0	1	0	0	0	0	0	0
50	0	0	1	0	0	0	0	0	0
51	0	0	1	0	0	0	0	0	0
52	0	0	1	0	0	0	0	0	0
53	0	0	1	0	0	0	0	0	0
54	0	0	1	0	0	0	0	0	0
55	1,15	0,6	1	53,4	-0,9	48,06	0	0	0
56	1,15	0,6	1	53,4	-0,9	48,06	0	0	0
57	0	0	1	0	0	0	0	0	0
58	0	0	1	0	0	0	0	0	0
59	0	0	1	0	0	0	0	0	0
60	0	0	1	0	0	0	0	0	0
61	0	0	1	0	0	0	0	0	0
62	0	0	1	0	0	0	0	0	0

63	1,1	0,8	1	16	-0,85	13,6	0	0	0
64	1,175	0,7	1	10	-0,8	8	0	0	0
65	0	0	1	0	0	0	0	0	0
66	0	0	1	0	0	0	0	0	0
67	0	0	1	0	0	0	0	0	0
68	0	0	1	0	0	0	0	0	0
69	0	0	1	0	0	0	0	0	0
70	0	0	1	0	0	0	0	0	0
71	0	0	1	0	0	0	0	0	0
72	1,4475	1	1	24	-0,85	20,4	0	0	0
73	0	0	1	0	0	0	0	0	0
74	0	0	1	0	0	0	0	0	0
75	0	0	1	0	0	0	0	0	0
76	0	0	1	0	0	0	0	0	0
77	0	0	1	0	0	0	0	0	0
78	0	0	1	0	0	0	0	0	0
79	0	0	1	0	0	0	0	0	0
80	0	0	1	0	0	0	0	0	0
81	0	0	1	0	0	0	0	0	0
82	0	0	1	0	0	0	0	0	0
83	0	0	1	0	0	0	0	0	0
84	0	0	1	0	0	0	0	0	0
85	0	0	1	0	0	0	0	0	0
86	1,04	0,75	1	12,5	-0,8	10	0	0	0
87	0	0	1	0	0	0	0	0	0
88	1,04	0,75	1	2,5	-0,8	2	0	0	0
89	1	0,75	1	12,8	-0,9	11,52	0	0	0
90	0	0	1	0	0	0	0	0	0
91	0	0	1	0	0	0	0	0	0
92	0	0	1	0	0	0	0	0	0
93	0	0	1	0	0	0	0	0	0
94	0	0	1	0	0	0	0	0	0
95	0	0	1	0	0	0	0	0	0
96	0	0	1	0	0	0	0	0	0
97	1,66	1,66	1	56,4	-0,8	45,12	0	0	0
98	0	0	1	0	0	0	0	0	0
99	0	0	1	0	0	0	0	0	0
100	0	0	1	0	0	0	0	0	0
101	0	0	1	0	0	0	0	0	0
102	0	0	1	0	0	0	0	0	0
103	0	0	1	0	0	0	0	0	0
104	0	0	1	0	0	0	0	0	0
105	0	0	1	0	0	0	0	0	0
106	0	0	1	0	0	0	0	0	0
107	0	0	1	0	0	0	0	0	0
108	0	0	1	0	0	0	0	0	0
109	1,9	1,1	1	20	-0,85	17	0	0	0
110	0	0	1	0	0	0	0	0	0
111	0	0	1	0	0	0	0	0	0
112	0	0	1	0	0	0	0	0	0
113	0	0	1	0	0	0	0	0	0
114	0	0	1	0	0	0	0	0	0
115	0	0	1	0	0	0	0	0	0
116	0	0	1	0	0	0	0	0	0
117	0	0	1	0	0	0	0	0	0
118	0,932	0,6424	1	23,4	-0,9	21,06	0	0	0
119	0	0	1	0	0	0	0	0	0
120	0	0	1	0	0	0	0	0	0
121	0	0	1	0	0	0	0	0	0
122	0	0	1	0	0	0	0	0	0
123	0	0	1	0	0	0	0	0	0
124	1,4475	1	1	7,1	-0,85	6,035	0	0	0
125	0	0	1	0	0	0	0	0	0
126	0	0	1	0	0	0	0	0	0
127	0	0	1	0	0	0	0	0	0
128	0	0	1	0	0	0	0	0	0

129	0	0	1	0	0	0	0	0	0
130	0	0	1	0	0	0	0	0	0
131	1,9285	1,2908	1	25,56	-0,8	20,448	0	0	0
132	0	0	1	0	0	0	0	0	0
133	0	0	1	0	0	0	0	0	0
134	0	0	1	0	0	0	0	0	0
135	0	0	1	0	0	0	0	0	0
136	0	0	1	0	0	0	0	0	0
137	0	0	1	0	0	0	0	0	0
138	1,493	1	1	33	-0,9	29,7	0	0	0
139	0	0	1	0	0	0	0	0	0
140	0,9937	0,6298	1	29	-0,9	26,1	0	0	0
141	0	0	1	0	0	0	0	0	0
142	0	0	1	0	0	0	0	0	0
143	0	0	1	0	0	0	0	0	0
144	0	0	1	0	0	0	0	0	0
145	0	0	1	0	0	0	0	0	0
146	0	0	1	0	0	0	0	0	0
147	0	0	1	0	0	0	0	0	0
148	0	0	1	0	0	0	0	0	0
149	0	0	1	0	0	0	0	0	0
150	0	0	1	0	0	0	0	0	0
151	0	0	1	0	0	0	0	0	0
152	0	0	1	0	0	0	0	0	0
153	0	0	1	0	0	0	0	0	0
154	0	0	1	0	0	0	0	0	0
155	0	0	1	0	0	0	0	0	0
156	0	0	1	0	0	0	0	0	0
157	0	0	1	0	0	0	0	0	0
158	0	0	1	0	0	0	0	0	0
159	0	0	1	0	0	0	0	0	0
160	0	0	1	0	0	0	0	0	0
161	0	0	1	0	0	0	0	0	0
162	0	0	1	0	0	0	0	0	0
163	0	0	1	0	0	0	0	0	0
164	0	0	1	0	0	0	0	0	0
165	0	0	1	0	0	0	0	0	0
166	0	0	1	0	0	0	0	0	0
167	0	0	1	0	0	0	0	0	0
168	1,9	1,1	1	19,8	-0,85	16,83	0	0	0
169	0	0	1	0	0	0	0	0	0
170	1,1	0,6	1	15,5	-0,95	14,725	0	0	0
171	0	0	1	0	0	0	0	0	0
172	0	0	1	0	0	0	0	0	0
173	0	0	1	0	0	0	0	0	0
174	0	0	1	0	0	0	0	0	0
175	0	0	1	0	0	0	0	0	0
176	1,4475	1	1	6,75	-0,95	6,4125	0	0	0
177	1,475	0,87	1	17,1	-0,95	16,245	0	0	0
178	0	0	1	0	0	0	0	0	0
179	0	0	1	0	0	0	0	0	0
180	0	0	1	0	0	0	0	0	0
181	0	0	1	0	0	0	0	0	0
182	0	0	1	0	0	0	0	0	0
183	0	0	1	0	0	0	0	0	0
184	0	0	1	0	0	0	0	0	0
185	0	0	1	0	0	0	0	0	0
186	0	0	1	0	0	0	0	0	0
187	0	0	1	0	0	0	0	0	0
188	0	0	1	0	0	0	0	0	0
189	0	0	1	0	0	0	0	0	0
190	2,17	2	1	23,6	-0,85	20,06	0	0	0
191	0	0	1	0	0	0	0	0	0
192	1,8	1,7	1	10	-0,8	8	0	0	0
193	0	0	1	0	0	0	0	0	0
194	0	0	1	0	0	0	0	0	0

195	0	0	1	0	0	0	0	0	0
196	1,54	1	1	50	-0,85	42,5	0	0	0
197	0	0	1	0	0	0	0	0	0
198	0	0	1	0	0	0	0	0	0
199	0	0	1	0	0	0	0	0	0
200	0	0	1	0	0	0	0	0	0
201	0	0	1	0	0	0	0	0	0
202	0	0	1	0	0	0	0	0	0
203	0	0	1	0	0	0	0	0	0
204	0	0	1	0	0	0	0	0	0
205	0	0	1	0	0	0	0	0	0
206	0	0	1	0	0	0	0	0	0
207	1,4475	1	1	4,24	-0,8	3,392	0	0	0
208	0	0	1	0	0	0	0	0	0
209	0	0	1	0	0	0	0	0	0
210	1,0421	0,55	1	26,8	-0,85	22,78	0	0	0
211	0	0	1	0	0	0	0	0	0
212	0	0	1	0	0	0	0	0	0
213	0	0	1	0	0	0	0	0	0
214	0	0	1	0	0	0	0	0	0
215	0	0	1	0	0	0	0	0	0
216	0	0	1	0	0	0	0	0	0
217	0	0	1	0	0	0	0	0	0
218	1,9	1,1	1	11,8	-0,85	10,03	0	0	0
219	0	0	1	0	0	0	0	0	0
220	0,978	0,59	1	42,2	-0,9	37,98	0	0	0
221	0	0	1	0	0	0	0	0	0
222	0	0	1	0	0	0	0	0	0
223	0	0	1	0	0	0	0	0	0
224	0,978	0,59	1	42,2	-0,9	37,98	0	0	0
225	0	0	1	0	0	0	0	0	0
226	0	0	1	0	0	0	0	0	0
227	1,62	1,25	1	127,5	-0,8	102	0	0	0
228	0	0	1	0	0	0	0	0	0
229	0	0	1	0	0	0	0	0	0
230	0	0	1	0	0	0	0	0	0
231	0	0	1	0	0	0	0	0	0
232	0	0	1	0	0	0	0	0	0
233	0	0	1	0	0	0	0	0	0
234	0	0	1	0	0	0	0	0	0
235	0	0	1	0	0	0	0	0	0
236	0	0	1	0	0	0	0	0	0
237	0	0	1	0	0	0	0	0	0
238	0	0	1	0	0	0	0	0	0
239	0	0	1	0	0	0	0	0	0
240	0	0	1	0	0	0	0	0	0
241	0	0	1	0	0	0	0	0	0
242	0	0	1	0	0	0	0	0	0
243	0	0	1	0	0	0	0	0	0
244	0	0	1	0	0	0	0	0	0
245	0	0	1	0	0	0	0	0	0
246	0	0	1	0	0	0	0	0	0
247	0	0	1	0	0	0	0	0	0
248	0	0	1	0	0	0	0	0	0
249	0	0	1	0	0	0	0	0	0
250	0	0	1	0	0	0	0	0	0
251	0	0	1	0	0	0	0	0	0
252	0	0	1	0	0	0	0	0	0
253	0	0	1	0	0	0	0	0	0
254	0	0	1	0	0	0	0	0	0
255	0	0	1	0	0	0	0	0	0
256	0	0	1	0	0	0	0	0	0
257	0	0	1	0	0	0	0	0	0
258	0	0	1	0	0	0	0	0	0
259	0	0	1	0	0	0	0	0	0
260	0	0	1	0	0	0	0	0	0

261	0	0	1	0	0	0	0	0	0
262	0	0	1	0	0	0	0	0	0
263	0	0	1	0	0	0	0	0	0
264	0	0	1	0	0	0	0	0	0
265	0	0	1	0	0	0	0	0	0
266	0	0	1	0	0	0	0	0	0
267	0	0	1	0	0	0	0	0	0
268	0	0	1	0	0	0	0	0	0
269	0	0	1	0	0	0	0	0	0
270	0	0	1	0	0	0	0	0	0
271	0	0	1	0	0	0	0	0	0
272	0	0	1	0	0	0	0	0	0
273	0	0	1	0	0	0	0	0	0
274	0	0	1	0	0	0	0	0	0
275	0	0	1	0	0	0	0	0	0
276	0	0	1	0	0	0	0	0	0
277	0	0	1	0	0	0	0	0	0
278	0	0	1	0	0	0	0	0	0
279	0	0	1	0	0	0	0	0	0
280	0	0	1	0	0	0	0	0	0
281	0	0	1	0	0	0	0	0	0
282	0	0	1	0	0	0	0	0	0
283	0	0	1	0	0	0	0	0	0
284	0	0	1	0	0	0	0	0	0
285	0	0	1	0	0	0	0	0	0
286	0	0	1	0	0	0	0	0	0
287	0	0	1	0	0	0	0	0	0
288	0	0	1	0	0	0	0	0	0
289	0	0	1	0	0	0	0	0	0
290	0	0	1	0	0	0	0	0	0
291	0	0	1	0	0	0	0	0	0
292	0	0	1	0	0	0	0	0	0
293	0	0	1	0	0	0	0	0	0
294	0	0	1	0	0	0	0	0	0
295	0	0	1	0	0	0	0	0	0
296	0	0	1	0	0	0	0	0	0
297	0	0	1	0	0	0	0	0	0
298	0	0	1	0	0	0	0	0	0
299	0	0	1	0	0	0	0	0	0
300	0	0	1	0	0	0	0	0	0
301	0	0	1	0	0	0	0	0	0
302	0	0	1	0	0	0	0	0	0
303	0	0	1	0	0	0	0	0	0
304	0	0	1	0	0	0	0	0	0
305	0	0	1	0	0	0	0	0	0
306	0	0	1	0	0	0	0	0	0
307	0	0	1	0	0	0	0	0	0
308	0	0	1	0	0	0	0	0	0
309	0	0	1	0	0	0	0	0	0
310	0	0	1	0	0	0	0	0	0
311	0	0	1	0	0	0	0	0	0
312	0	0	1	0	0	0	0	0	0
313	0	0	1	0	0	0	0	0	0
314	0	0	1	0	0	0	0	0	0
315	0	0	1	0	0	0	0	0	0
316	0	0	1	0	0	0	0	0	0
317	0	0	1	0	0	0	0	0	0
318	0	0	1	0	0	0	0	0	0
319	0	0	1	0	0	0	0	0	0
320	0	0	1	0	0	0	0	0	0
321	0	0	1	0	0	0	0	0	0
322	0	0	1	0	0	0	0	0	0
323	0	0	1	0	0	0	0	0	0
324	0	0	1	0	0	0	0	0	0
325	0	0	1	0	0	0	0	0	0
326	0	0	1	0	0	0	0	0	0

327	0	0	1	0	0	0	0	0	0
328	0	0	1	0	0	0	0	0	0
329	0	0	1	0	0	0	0	0	0
330	0	0	1	0	0	0	0	0	0
331	0	0	1	0	0	0	0	0	0
332	0	0	1	0	0	0	0	0	0
333	0	0	1	0	0	0	0	0	0
334	0	0	1	0	0	0	0	0	0
335	0	0	1	0	0	0	0	0	0
336	0	0	1	0	0	0	0	0	0
337	0	0	1	0	0	0	0	0	0
338	0	0	1	0	0	0	0	0	0
339	0	0	1	0	0	0	0	0	0
340	0	0	1	0	0	0	0	0	0
341	0	0	1	0	0	0	0	0	0
342	0	0	1	0	0	0	0	0	0
343	0	0	1	0	0	0	0	0	0
344	0	0	1	0	0	0	0	0	0
345	0	0	1	0	0	0	0	0	0
346	0	0	1	0	0	0	0	0	0
347	0	0	1	0	0	0	0	0	0
348	0	0	1	0	0	0	0	0	0
349	0	0	1	0	0	0	0	0	0
350	0	0	1	0	0	0	0	0	0
351	0	0	1	0	0	0	0	0	0
352	1	1	1	40,5	-0,8	32,4	0	20	10
353	1,53	0,77	1	42,8	-0,9	38,52	0	20	10
354	1,05	0,68	1	85	-0,94	79,9	0	20	10
355	1,05	0,68	1	85	-0,94	79,9	0	20	10
356	0,8532	0,5697	1	158	-0,9	142,2	0	20	10
357	1,96	1,96	1	155,882	-0,85	132,4997	0	20	10
358	0,8532	0,5697	1	79	-0,9	71,1	0	20	10
359	0,8532	0,5697	1	79	-0,9	71,1	0	20	10
360	0,8532	0,5697	1	79	-0,9	71,1	0	20	10
361	1,56	1,56	1	85,833	-0,85	72,95805	0	20	10
362	1,637	1,48	1	88,11	-0,85	74,8935	0	20	10
363	1,637	1,48	1	88,11	-0,85	74,8935	0	20	10
364	1,16	0,9	1	100	-0,85	85	0	20	10
365	1,16	0,9	1	100	-0,85	85	0	20	10
366	1,09	0,74	1	116,67	-0,9	105,003	0	20	10
367	1,0225	0,6334	1	127,7	-0,9	114,93	0	20	10
368	1,09	0,74	1	116,67	-0,9	105,003	0	20	10
369	1,09	0,74	1	116,67	-0,9	105,003	0	20	10
370	1,09	0,74	1	116,67	-0,9	105,003	0	20	10
371	1,09	0,74	1	116,67	-0,9	105,003	0	20	10
372	1,0225	0,6334	1	127,7	-0,9	114,93	0	20	10
373	1,0225	0,6334	1	127,7	-0,9	114,93	0	20	10
374	1,0225	0,6334	1	127,7	-0,9	114,93	0	20	10
375	1,0225	0,6334	1	127,7	-0,9	114,93	0	20	10
376	1,1	0,71	1	125,7	-0,9	113,13	0	20	10
377	1,1	0,71	1	125,7	-0,9	113,13	0	20	10
378	1,637	1,48	1	82,35	-0,85	69,9975	0	20	10
379	2,01	2,01	1	30	-0,6	18	0	20	10
380	2,01	2,01	1	30	-0,6	18	0	20	10
381	2,12	1,88	1	156,5	-0,85	133,025	0	20	10
382	2,27	1,8	1	192	-0,85	163,2	0	20	10
383	1,415	1,415	1	70	-0,8	56	0	20	10
384	1,65	1,65	1	175,626	-0,85	149,2821	0	20	10
385	1,56	1,56	1	56,748	-0,8	45,3984	0	20	10

Tabla I.3. Datos de servicios auxiliares de generadores del Sistema Nacional Interconectado

158	208	1	0	0,08720	0,17834	0,04100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
60	164	1	0	0,01836	0,05624	0,05528	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
165	154	1	0	0,00811	0,06489	0,54245	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
165	187	1	0	0,00557	0,05220	0,39803	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
168	88	1	0	0,19465	0,36724	0,00667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
169	27	1	0	0,01607	0,05121	0,01160	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
98	202	1	0	0,01057	0,03369	0,00763	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
135	6	1	0	0,01411	0,05019	0,00020	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	7	1	0	0,01727	0,06145	0,00024	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	182	1	0	0,02102	0,07477	0,00029	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
171	10	1	0	0,03098	0,11020	0,00043	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	174	1	0	0,01932	0,09870	0,00041	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
241	174	1	0	0,00832	0,04250	0,00017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	174	1	0	0,01756	0,06248	0,00025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
150	173	1	0	0,00824	0,03615	0,01357	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
181	173	1	0	0,00409	0,01794	0,00673	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
174	3	1	0	0,01509	0,05367	0,00021	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12	174	1	0	0,02159	0,07681	0,00030	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
24	179	1	0	0,00709	0,05674	0,11857	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
178	75	1	0	0,13156	0,40304	0,09904	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
180	113	1	0	0,12946	0,53960	0,00767	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
178	162	1	0	0,07079	0,21688	0,05329	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
179	165	1	0	0,01162	0,09293	0,19420	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
198	179	1	0	0,00440	0,03633	0,28244	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
182	112	1	0	0,55687	1,13681	0,00347	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
181	148	1	0	0,00905	0,03969	0,01490	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
185	217	1	0	0,00274	0,01942	0,18362	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
186	128	1	0	0,02335	0,08160	0,02198	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
151	186	1	0	0,00567	0,02055	0,00520	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
190	114	1	0	0,00892	0,02734	0,02687	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
191	116	1	0	0,00083	0,00692	0,10575	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
190	225	1	0	0,00138	0,01196	0,01724	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
203	191	1	0	0,00044	0,00369	0,05640	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
175	143	1	0	0,06910	0,24581	0,00097	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
196	72	2	0	0,01512	0,06860	0,00485	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
197	16	1	0	0,00016	0,00072	0,00027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
197	18	1	0	0,00714	0,04266	0,01033	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
245	197	1	0	0,00743	0,02741	0,00663	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
245	49	1	0	0,00129	0,00540	0,00123	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
199	65	1	0	0,02772	0,09863	0,00155	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
197	98	1	0	0,01051	0,06282	0,01521	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
198	99	1	0	0,00114	0,00956	0,14604	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
197	115	1	0	0,00742	0,03092	0,00704	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
198	149	1	0	0,00238	0,02159	0,16461	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
197	173	1	0	0,01292	0,06169	0,01583	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
199	175	1	0	0,02015	0,07169	0,00028	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
198	217	1	0	0,00618	0,05106	0,39690	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
197	229	1	0	0,01313	0,04828	0,01183	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
200	8	1	0	0,01852	0,03782	0,00012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
200	242	1	0	0,00815	0,02550	0,00009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
89	200	1	0	0,03956	0,14072	0,00055	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
200	90	1	0	0,04509	0,16039	0,00063	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
202	161	1	0	0,00744	0,04449	0,01078	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
208	110	1	0	0,04180	0,07350	0,02093	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
211	158	1	0	0,03021	0,06179	0,01420	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
211	212	1	0	0,00195	0,00736	0,00335	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
193	213	1	0	0,00390	0,01413	0,01429	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
19	216	1	0	0,00300	0,01466	0,00454	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
216	32	1	0	0,00847	0,04046	0,04151	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
217	167	1	0	0,00481	0,03978	0,07730	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
229	54	1	0	0,01068	0,03942	0,00953	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
231	239	1	0	0,00340	0,01209	0,00005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
229	84	1	0	0,00497	0,01827	0,00448	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
231	135	1	0	0,02931	0,10426	0,00041	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
200	231	1	0	0,01479	0,07553	0,00031	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
229	236	1	0	0,00700	0,02585	0,00625	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

233	109	1	0	0,02147	0,04382	0,00068	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
234	46	1	0	0,05934	0,12768	0,02844	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
234	108	1	0	0,00673	0,05014	0,01321	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
235	121	1	0	0,00676	0,05497	0,04311	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
235	132	1	0	0,00031	0,00282	0,00537	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
235	133	1	0	0,00031	0,00282	0,00537	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
235	195	1	0	0,00510	0,04783	0,09118	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
236	148	1	0	0,00764	0,02820	0,00682	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
188	148	1	0	0,00155	0,00533	0,00123	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	28	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4982
45	44	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0969
61	64	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0277	0,8828
122	97	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1750
102	101	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4667
42	107	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7000
51	118	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1750
196	140	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1750
152	145	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7000
226	384	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0424
165	227	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0878
169	170	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0199	0,4440
26	192	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7000
183	228	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0878
184	383	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1507
96	172	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0267	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7000
102	385	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2143
26	177	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1750
194	21	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1400
194	22	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1400
13	353	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,2200
23	31	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4839
73	223	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0603
84	85	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0088	0,4409
84	93	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0039	0,2940
75	55	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,1782
75	357	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,0702
75	56	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,1782
89	86	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0178	0,6631
90	352	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,4547
57	47	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,2531
141	63	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,5566
134	138	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0056	0,1943
233	232	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0198	0,4541
71	87	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0102	0,2763
113	112	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3000
197	379	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0500	1,0000	0,0000	0,0000	0,0086	0,4449
194	78	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0084	0,4176
197	380	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0500	1,0000	0,0000	0,0000	0,0086	0,4449
194	79	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0084	0,4176
197	204	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0500	1,0000	0,0000	0,0000	0,0086	0,4449
194	80	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0084	0,4176
194	92	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1371
194	81	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0089	0,4456
194	82	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0089	0,4456
70	71	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,1208
194	91	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1371
194	361	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1371
17	354	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0038	0,1437
144	220	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0256	1,0000	0,0000	0,0000	0,0051	0,2234
39	38	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7500
143	43	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,6250
126	367	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0971
60	358	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0234	1,0000	0,0000	0,0000	0,0039	0,1503
71	66	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0500	1,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,2260
74	103	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3700
203	362	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0263	1,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,1133

132	364	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0026	0,1129
155	221	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0849
225	382	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0620
125	366	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,1035
185	376	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0980
213	381	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0468
194	222	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0023	0,2340
17	355	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0038	0,1437
144	224	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0256	1,0000	0,0000	0,0000	0,0051	0,2234
60	359	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0234	1,0000	0,0000	0,0000	0,0039	0,1503
71	67	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0500	1,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0959
74	104	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3000
203	363	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0263	1,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,1133
133	365	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0026	0,1129
125	368	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,1035
185	377	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0980
60	360	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0234	1,0000	0,0000	0,0000	0,0039	0,1503
70	68	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0065	0,3265
125	369	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,1035
203	378	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0263	1,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,1133
70	69	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0065	0,3265
125	370	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,1035
125	371	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,1035
126	372	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0971
126	373	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0971
126	374	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0971
126	375	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0971
24	356	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0234	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1400
188	189	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9875	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3667
212	210	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0038	0,1437
142	141	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6855
29	30	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4982
75	301	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	-0,0005	-0,0790
151	302	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0043	-0,0788
19	303	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0617
126	304	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0238
58	305	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0722
121	306	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0504
25	307	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,1035
41	308	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0990
35	309	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,3971
52	310	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0381
50	311	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0797
46	312	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,2171
178	347	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0301
183	314	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0638
95	329	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0023	0,2070
108	315	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,1252
114	346	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0799
130	317	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,3971
128	318	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0806
153	348	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0413
146	320	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	-0,0004	-0,0592
156	321	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,2681
158	322	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	-0,0159	0,5783
162	323	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0012	0,1641
193	324	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0688
216	349	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,1036
213	350	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0536
206	327	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0025	0,2515
32	328	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,2171
123	330	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,0982
164	344	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0578
179	313	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0479
74	332	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0606
99	333	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0454

154	319	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9500	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0113
165	331	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0502
198	334	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0126
187	335	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0557
217	325	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,1043
214	326	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0606
121	345	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0608
149	336	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0479
181	337	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0147
229	338	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0140
116	316	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0760
136	339	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0547
167	340	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,1736
197	351	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,2289
173	342	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0175
208	341	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0069	0,4076
195	343	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0765
76	301	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9620	1,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,1416
152	302	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9683	1,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0944
20	303	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0016	-0,0037
125	304	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	-0,0043
59	305	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	-0,0140
122	345	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	-0,0059
26	307	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0125	1,0000	0,0000	0,0000	0,0008	-0,0035
42	308	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0312	1,0000	0,0000	0,0000	0,0009	-0,0180
36	309	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0374	1,0000	0,0000	0,0000	0,0021	-0,0309
53	310	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	-0,0076
51	311	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0004	-0,0107
48	312	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0375	1,0000	0,0000	0,0000	0,0025	-0,0129
180	347	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0029
184	314	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0188	1,0000	0,0000	0,0000	0,0009	-0,0091
96	329	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0688	1,0000	0,0000	0,0000	0,0014	-0,0323
109	315	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9875	1,0000	0,0000	0,0000	0,0026	-0,0140
117	346	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9813	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	-0,0085
131	317	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9751	1,0000	0,0000	0,0000	0,0021	-0,0309
129	318	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9625	1,0000	0,0000	0,0000	0,0005	-0,0114
155	348	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9875	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	-0,0063
147	320	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9938	1,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,1206
157	321	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9563	1,0000	0,0000	0,0000	0,0069	-0,0395
159	322	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0244	-0,3551
163	323	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0125	1,0000	0,0000	0,0000	0,0026	-0,0290
194	324	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	-0,0144
218	349	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0191
215	350	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0063	1,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,1056
207	327	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0250	1,0000	0,0000	0,0000	0,0062	-0,0262
33	328	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9938	1,0000	0,0000	0,0000	0,0025	-0,0129
124	330	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0188	1,0000	0,0000	0,0000	0,0014	-0,0053
166	344	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9875	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	-0,0069
178	313	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	-0,0039
73	332	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	-0,0083
98	333	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0062
153	319	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0016
164	331	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0062
197	334	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0027
186	335	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0060
216	325	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0181
213	326	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	-0,0083
120	306	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	-0,0082
148	336	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0007	-0,0085
182	337	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0563	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1665
230	338	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0131
231	338	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1531
117	316	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9813	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	-0,0070
137	339	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0438	1,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0047
168	340	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0438	1,0000	0,0000	0,0000	0,0004	-0,0064
199	351	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0688	1,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0231

174	342	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0792	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1595
209	341	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0063	1,0000	0,0000	0,0000	0,0038	-0,0311
196	343	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,9750	1,0000	0,0000	0,0000	0,0001	-0,0074
247	301	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0034	0,3318
248	302	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0037	0,3242
249	303	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0070	0,1361
250	304	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,1052
251	305	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0620
119	345	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0469
252	307	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0088	0,3424
253	308	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0042	0,2030
254	309	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0304	1,1739
255	310	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1106
256	311	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0051	0,2617
257	312	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0122	0,8328
258	347	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0764
259	314	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0109	0,2581
94	329	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0231	0,4397
260	315	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0122	0,2571
246	346	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,1516
261	317	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0304	1,1739
262	318	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0020	0,2633
263	348	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0988
264	320	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,2584
265	321	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0270	0,5163
266	322	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,2789	1,7673
267	323	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0113	0,3342
268	324	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0012	0,1484
269	349	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,2561
270	350	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,2514
205	327	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0216	0,4626
271	307	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0088	0,3424
272	328	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0122	0,8328
273	314	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0077	0,2862
274	330	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0085	0,3441
275	321	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0270	0,5163
276	344	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0020	0,1209
277	324	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0012	0,1484
278	332	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1462
279	333	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,1097
280	331	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0031	0,1093
289	334	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0594
281	335	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,1502
282	325	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,3038
283	326	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1462
284	313	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,1076
285	306	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,1462
286	319	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0488
287	336	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0074	0,2104
288	336	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0074	0,2104
290	337	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1356
291	338	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1006
292	338	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3339
293	316	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,1597
294	339	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,0365
295	340	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0842
296	351	2	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,1725
297	342	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3329
298	341	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0074	0,2289
299	342	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3329
300	343	1	1	0,00000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0055	0,1337

ANEXO II

Tabla II.1. Resultados del Flujo de Potencia del Sistema Nacional Interconectado 2014

No.	Sin Limites			Con Limites sin Servicios Auxiliares			Con Servicios Auxiliares					
	Voltaje [p.u]	Ángulo [°]	Pgen [MW]	Qgen [MVAR]	Voltaje [p.u]	Ángulo [°]	Pgen [MW]	Qgen [MVAR]	Voltaje [p.u]	Ángulo [°]	Pgen [MW]	Qgen [MVAR]
1	1,030	0,000	142,870	56,730	1,030	0,000	142,873	56,730	1,030	0,000	142,873	56,730
2	0,991	-0,075	0,000	0,000	0,991	-0,075	0,000	0,000	0,991	-0,075	0,000	0,000
3	1,010	-0,165	0,000	0,000	1,010	-0,165	0,000	0,000	1,010	-0,165	0,000	0,000
4	1,001	-0,170	0,000	0,000	1,001	-0,170	0,000	0,000	1,001	-0,170	0,000	0,000
5	0,998	-0,173	0,000	0,000	0,998	-0,173	0,000	0,000	0,998	-0,173	0,000	0,000
6	0,987	-0,181	0,000	0,000	0,987	-0,181	0,000	0,000	0,987	-0,181	0,000	0,000
7	0,999	-0,171	0,000	0,000	0,999	-0,171	0,000	0,000	0,999	-0,171	0,000	0,000
8	0,988	-0,164	0,000	0,000	0,988	-0,164	0,000	0,000	0,988	-0,164	0,000	0,000
9	0,990	-0,163	0,000	0,000	0,990	-0,163	0,000	0,000	0,990	-0,163	0,000	0,000
10	1,002	-0,175	0,000	0,000	1,002	-0,175	0,000	0,000	1,002	-0,175	0,000	0,000
11	0,990	-0,163	0,000	0,000	0,990	-0,163	0,000	0,000	0,990	-0,163	0,000	0,000
12	1,011	-0,163	0,000	0,000	1,011	-0,163	0,000	0,000	1,011	-0,163	0,000	0,000
13	1,022	0,427	0,000	0,000	1,022	0,427	0,000	0,000	1,022	0,427	0,000	0,000
14	0,995	-0,069	0,000	0,000	0,995	-0,069	0,000	0,000	0,995	-0,069	0,000	0,000
15	0,995	-0,063	0,000	0,000	0,995	-0,063	0,000	0,000	0,995	-0,063	0,000	0,000
16	1,002	-0,057	0,000	0,000	1,002	-0,057	0,000	0,000	1,002	-0,057	0,000	0,000
17	1,020	0,238	0,000	0,000	1,020	0,238	0,000	0,000	1,020	0,238	0,000	0,000
18	0,998	-0,054	0,000	0,000	0,998	-0,054	0,000	0,000	0,998	-0,054	0,000	0,000
19	1,005	0,163	0,000	0,000	1,005	0,163	0,000	0,000	1,005	0,163	0,000	0,000
20	0,997	0,140	0,000	0,000	0,997	0,140	0,000	0,000	0,997	0,140	0,000	0,000
21	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000
22	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000
23	0,997	-0,050	0,000	0,000	0,997	-0,050	0,000	0,000	0,997	-0,050	0,000	0,000
24	1,004	0,070	0,000	0,000	1,004	0,070	0,000	0,000	1,004	0,070	0,000	0,000
25	0,982	0,056	0,000	0,000	0,982	0,056	0,000	0,000	0,982	0,056	0,000	0,000
26	1,010	0,038	0,000	0,000	1,010	0,038	0,000	0,000	1,010	0,038	0,000	0,000
27	0,998	-0,050	0,000	0,000	0,998	-0,050	0,000	0,000	0,998	-0,050	0,000	0,000
28	0,998	-0,050	0,000	0,000	0,998	-0,050	0,000	0,000	0,998	-0,050	0,000	0,000
29	0,997	-0,050	0,000	0,000	0,997	-0,050	0,000	0,000	0,997	-0,050	0,000	0,000

30	0,997	-0,050	0,000	0,000	0,000	0,997	-0,050	0,000	0,000	0,997	-0,050	0,000	0,000
31	0,985	-0,066	0,000	0,000	0,000	0,985	-0,066	0,000	0,000	0,985	-0,066	0,000	0,000
32	1,019	0,234	0,000	0,000	0,000	1,019	0,234	0,000	0,000	1,019	0,234	0,000	0,000
33	1,006	0,210	0,000	0,000	0,000	1,006	0,210	0,000	0,000	1,006	0,210	0,000	0,000
34	0,984	-0,175	0,000	0,000	0,000	0,984	-0,175	0,000	0,000	0,984	-0,175	0,000	0,000
35	0,991	0,206	0,000	0,000	0,000	0,991	0,206	0,000	0,000	0,991	0,206	0,000	0,000
36	0,996	0,203	0,000	0,000	0,000	0,996	0,203	0,000	0,000	0,996	0,203	0,000	0,000
37	1,015	-0,013	0,000	0,000	0,000	1,015	-0,013	0,000	0,000	1,015	-0,013	0,000	0,000
38	1,005	-0,036	2,380	0,000	2,380	1,005	-0,036	2,380	1,000	1,005	-0,036	2,380	1,000
39	0,998	-0,054	0,000	0,000	0,000	0,998	-0,054	0,000	0,000	0,998	-0,054	0,000	0,000
40	0,986	-0,085	0,000	0,000	0,000	0,986	-0,085	0,000	0,000	0,986	-0,085	0,000	0,000
41	0,966	0,026	0,000	0,000	0,000	0,966	0,026	0,000	0,000	0,966	0,026	0,000	0,000
42	1,005	-0,022	0,000	0,000	0,000	1,005	-0,022	0,000	0,000	1,005	-0,022	0,000	0,000
43	1,033	-0,132	0,980	1,000	0,980	1,033	-0,132	0,980	1,000	1,033	-0,132	0,980	1,000
44	1,019	0,133	17,884	0,000	17,884	1,019	0,133	17,884	0,000	1,019	0,133	17,884	0,000
45	1,019	0,117	0,000	0,000	0,000	1,019	0,117	0,000	0,000	1,019	0,117	0,000	0,000
46	0,990	0,230	0,000	0,000	0,000	0,990	0,230	0,000	0,000	0,990	0,230	0,000	0,000
47	1,007	-0,070	37,052	10,000	37,052	1,007	-0,070	37,052	10,000	1,007	-0,070	37,052	10,000
48	0,999	0,223	0,000	0,000	0,000	0,999	0,223	0,000	0,000	0,999	0,223	0,000	0,000
49	0,994	-0,077	0,000	0,000	0,000	0,994	-0,077	0,000	0,000	0,994	-0,077	0,000	0,000
50	1,002	0,329	0,000	0,000	0,000	1,002	0,329	0,000	0,000	1,002	0,329	0,000	0,000
51	1,011	0,296	0,000	0,000	0,000	1,011	0,296	0,000	0,000	1,011	0,296	0,000	0,000
52	1,011	-0,035	0,000	0,000	0,000	1,011	-0,035	0,000	0,000	1,011	-0,035	0,000	0,000
53	1,008	-0,066	0,000	0,000	0,000	1,008	-0,066	0,000	0,000	1,008	-0,066	0,000	0,000
54	0,990	-0,091	0,000	0,000	0,000	0,990	-0,091	0,000	0,000	0,990	-0,091	0,000	0,000
55	0,999	0,475	48,000	9,000	48,000	0,999	0,475	48,000	9,000	0,999	0,475	48,000	9,000
56	0,999	0,475	48,000	9,000	48,000	0,999	0,475	48,000	9,000	0,999	0,475	48,000	9,000
57	0,986	-0,165	0,000	0,000	0,000	0,986	-0,165	0,000	0,000	0,986	-0,165	0,000	0,000
58	0,976	0,039	0,000	0,000	0,000	0,976	0,039	0,000	0,000	0,976	0,039	0,000	0,000
59	0,995	-0,020	0,000	0,000	0,000	0,995	-0,020	0,000	0,000	0,995	-0,020	0,000	0,000
60	1,043	0,127	0,000	0,000	0,000	1,043	0,127	0,000	0,000	1,043	0,127	0,000	0,000
61	0,999	-0,052	0,000	0,000	0,000	0,999	-0,052	0,000	0,000	0,999	-0,052	0,000	0,000
62	0,992	-0,074	0,000	0,000	0,000	0,992	-0,074	0,000	0,000	0,992	-0,074	0,000	0,000
63	0,988	0,048	4,900	0,400	4,900	0,988	0,048	4,900	0,400	0,988	0,048	4,900	0,400
64	1,008	0,005	6,500	1,000	6,500	1,008	0,005	6,500	1,000	1,008	0,005	6,500	1,000
65	0,995	-0,175	0,000	0,000	0,000	0,995	-0,175	0,000	0,000	0,995	-0,175	0,000	0,000

66	0,942	-0,080	0,000	0,000	0,942	-0,080	0,000	0,000	0,942	-0,080	0,000	0,000
67	0,942	-0,080	0,000	0,000	0,942	-0,080	0,000	0,000	0,942	-0,080	0,000	0,000
68	1,003	-0,039	0,000	0,000	1,003	-0,039	0,000	0,000	1,003	-0,039	0,000	0,000
69	1,003	-0,039	0,000	0,000	1,003	-0,039	0,000	0,000	1,003	-0,039	0,000	0,000
70	1,003	-0,039	0,000	0,000	1,003	-0,039	0,000	0,000	1,003	-0,039	0,000	0,000
71	0,989	-0,082	0,000	0,000	0,989	-0,082	0,000	0,000	0,989	-0,082	0,000	0,000
72	1,005	0,288	16,100	0,000	1,005	0,288	16,100	0,000	1,005	0,288	16,100	0,000
73	1,013	-0,028	0,000	0,000	1,013	-0,028	0,000	0,000	1,013	-0,028	0,000	0,000
74	0,979	0,027	0,000	0,000	0,979	0,027	0,000	0,000	0,979	0,027	0,000	0,000
75	0,986	0,388	0,000	0,000	0,986	0,388	0,000	0,000	0,986	0,388	0,000	0,000
76	0,947	0,348	0,000	0,000	0,947	0,348	0,000	0,000	0,947	0,348	0,000	0,000
77	0,990	-0,160	0,000	0,000	0,990	-0,160	0,000	0,000	0,990	-0,160	0,000	0,000
78	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000
79	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000
80	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000
81	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000
82	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000
83	1,002	0,337	0,000	0,000	1,002	0,337	0,000	0,000	1,002	0,337	0,000	0,000
84	0,992	-0,086	0,000	0,000	0,992	-0,086	0,000	0,000	0,992	-0,086	0,000	0,000
85	0,992	-0,086	0,000	0,000	0,992	-0,086	0,000	0,000	0,992	-0,086	0,000	0,000
86	1,014	-0,103	4,900	1,500	1,014	-0,103	4,900	1,500	1,014	-0,103	4,900	1,500
87	0,989	-0,082	0,000	0,000	0,989	-0,082	0,000	0,000	0,989	-0,082	0,000	0,000
88	0,960	0,044	1,000	0,200	0,960	0,044	1,000	0,200	0,960	0,044	1,000	0,200
89	1,004	-0,135	5,740	0,000	1,004	-0,135	5,740	0,000	1,004	-0,135	5,740	0,000
90	1,005	-0,133	0,000	0,000	1,005	-0,133	0,000	0,000	1,005	-0,133	0,000	0,000
91	0,991	-0,092	0,000	0,000	0,991	-0,092	0,000	0,000	0,991	-0,092	0,000	0,000
92	0,991	-0,092	0,000	0,000	0,991	-0,092	0,000	0,000	0,991	-0,092	0,000	0,000
93	0,992	-0,086	0,000	0,000	0,992	-0,086	0,000	0,000	0,992	-0,086	0,000	0,000
94	0,974	-0,255	0,000	0,000	0,974	-0,255	0,000	0,000	0,974	-0,255	0,000	0,000
95	0,965	-0,159	0,000	0,000	0,965	-0,159	0,000	0,000	0,965	-0,159	0,000	0,000
96	1,017	-0,233	7,532	2,000	1,017	-0,233	7,532	2,000	1,017	-0,233	7,532	2,000
97	1,005	0,055	10,800	0,000	1,005	0,055	10,800	0,000	1,005	0,055	10,800	0,000
98	0,997	-0,049	0,000	0,000	0,997	-0,049	0,000	0,000	0,997	-0,049	0,000	0,000
99	0,990	-0,031	0,000	0,000	0,990	-0,031	0,000	0,000	0,990	-0,031	0,000	0,000
100	0,993	-0,174	0,000	0,000	0,993	-0,174	0,000	0,000	0,993	-0,174	0,000	0,000
101	1,007	0,259	0,000	0,000	1,007	0,259	0,000	0,000	1,007	0,259	0,000	0,000

102	1,007	0,259	0,000	0,000	1,007	0,259	0,000	0,000	0,000	1,007	0,259	0,000	0,000	0,000
103	0,979	0,027	0,000	0,000	0,979	0,027	0,000	0,000	0,000	0,979	0,027	0,000	0,000	0,000
104	0,979	0,027	0,000	0,000	0,979	0,027	0,000	0,000	0,000	0,979	0,027	0,000	0,000	0,000
105	0,962	0,210	0,000	0,000	0,962	0,210	0,000	0,000	0,000	0,962	0,210	0,000	0,000	0,000
106	1,007	-0,033	0,000	0,000	1,007	-0,033	0,000	0,000	0,000	1,007	-0,033	0,000	0,000	0,000
107	1,005	-0,022	0,000	0,000	1,005	-0,022	0,000	0,000	0,000	1,005	-0,022	0,000	0,000	0,000
108	0,991	0,237	0,000	0,000	0,991	0,237	0,000	0,000	0,000	0,991	0,237	0,000	0,000	0,000
109	0,998	0,190	1,800	0,200	0,998	0,190	1,800	0,200	0,000	0,998	0,190	1,800	0,200	0,000
110	1,006	0,204	0,000	0,000	1,006	0,204	0,000	0,000	0,000	1,006	0,204	0,000	0,000	0,000
111	1,011	0,367	0,000	0,000	1,011	0,367	0,000	0,000	0,000	1,011	0,367	0,000	0,000	0,000
112	0,978	-0,068	0,000	0,000	0,978	-0,068	0,000	0,000	0,000	0,978	-0,068	0,000	0,000	0,000
113	0,963	-0,051	0,000	0,000	0,963	-0,051	0,000	0,000	0,000	0,963	-0,051	0,000	0,000	0,000
114	1,024	0,125	0,000	0,000	1,024	0,125	0,000	0,000	0,000	1,024	0,125	0,000	0,000	0,000
115	0,997	-0,063	0,000	0,000	0,997	-0,063	0,000	0,000	0,000	0,997	-0,063	0,000	0,000	0,000
116	1,023	0,141	0,000	0,000	1,023	0,141	0,000	0,000	0,000	1,023	0,141	0,000	0,000	0,000
117	0,998	0,099	0,000	0,000	0,998	0,099	0,000	0,000	0,000	0,998	0,099	0,000	0,000	0,000
118	1,021	0,331	20,331	6,000	1,021	0,331	20,331	6,000	0,000	1,021	0,331	20,331	6,000	0,000
119	1,012	0,029	0,000	0,000	1,012	0,029	0,000	0,000	0,000	1,012	0,029	0,000	0,000	0,000
120	1,020	0,105	0,000	0,000	1,020	0,105	0,000	0,000	0,000	1,020	0,105	0,000	0,000	0,000
121	0,991	0,098	0,000	0,000	0,991	0,098	0,000	0,000	0,000	0,991	0,098	0,000	0,000	0,000
122	1,005	0,036	0,000	0,000	1,005	0,036	0,000	0,000	0,000	1,005	0,036	0,000	0,000	0,000
123	0,979	0,022	0,000	0,000	0,979	0,022	0,000	0,000	0,000	0,979	0,022	0,000	0,000	0,000
124	1,011	-0,003	6,000	0,000	1,011	-0,003	6,000	0,000	0,000	1,011	-0,003	6,000	0,000	0,000
125	1,041	0,399	0,000	0,000	1,041	0,399	0,000	0,000	0,000	1,041	0,399	0,000	0,000	0,000
126	1,035	0,362	0,000	0,000	1,035	0,362	0,000	0,000	0,000	1,035	0,362	0,000	0,000	0,000
127	1,016	0,390	0,000	0,000	1,016	0,390	0,000	0,000	0,000	1,016	0,390	0,000	0,000	0,000
128	1,028	0,145	0,000	0,000	1,028	0,145	0,000	0,000	0,000	1,028	0,145	0,000	0,000	0,000
129	1,004	0,106	0,000	0,000	1,004	0,106	0,000	0,000	0,000	1,004	0,106	0,000	0,000	0,000
130	1,031	0,161	0,000	0,000	1,031	0,161	0,000	0,000	0,000	1,031	0,161	0,000	0,000	0,000
131	1,004	0,103	20,004	3,600	1,004	0,103	20,004	3,600	0,000	1,004	0,103	20,004	3,600	0,000
132	1,031	0,343	0,000	0,000	1,031	0,343	0,000	0,000	0,000	1,031	0,343	0,000	0,000	0,000
133	1,031	0,343	0,000	0,000	1,031	0,343	0,000	0,000	0,000	1,031	0,343	0,000	0,000	0,000
134	0,991	-0,154	0,000	0,000	0,991	-0,154	0,000	0,000	0,000	0,991	-0,154	0,000	0,000	0,000
135	0,988	-0,172	0,000	0,000	0,988	-0,172	0,000	0,000	0,000	0,988	-0,172	0,000	0,000	0,000
136	0,972	0,022	0,000	0,000	0,972	0,022	0,000	0,000	0,000	0,972	0,022	0,000	0,000	0,000
137	0,993	-0,064	0,000	0,000	0,993	-0,064	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,064	0,000	0,000	0,000

138	1,003	-0,100	27,950	6,000	1,003	-0,100	27,950	6,000	1,003	-0,100	27,950	6,000
139	0,987	-0,160	0,000	0,000	0,987	-0,160	0,000	0,000	0,987	-0,160	0,000	0,000
140	1,013	0,333	24,858	5,000	1,013	0,333	24,858	5,000	1,013	0,333	24,858	5,000
141	0,984	-0,031	0,000	0,000	0,984	-0,031	0,000	0,000	0,984	-0,031	0,000	0,000
142	0,985	-0,065	0,000	0,000	0,985	-0,065	0,000	0,000	0,985	-0,065	0,000	0,000
143	1,017	-0,147	0,000	0,000	1,017	-0,147	0,000	0,000	1,017	-0,147	0,000	0,000
144	1,000	0,119	0,000	0,000	1,000	0,119	0,000	0,000	1,000	0,119	0,000	0,000
145	1,009	0,075	0,000	0,000	1,009	0,075	0,000	0,000	1,009	0,075	0,000	0,000
146	1,003	-0,030	0,000	0,000	1,003	-0,030	0,000	0,000	1,003	-0,030	0,000	0,000
147	1,000	-0,096	0,000	0,000	1,000	-0,096	0,000	0,000	1,000	-0,096	0,000	0,000
148	0,996	-0,084	0,000	0,000	0,996	-0,084	0,000	0,000	0,996	-0,084	0,000	0,000
149	0,993	-0,035	0,000	0,000	0,993	-0,035	0,000	0,000	0,993	-0,035	0,000	0,000
150	0,991	-0,089	0,000	0,000	0,991	-0,089	0,000	0,000	0,991	-0,089	0,000	0,000
151	1,022	0,083	0,000	0,000	1,022	0,083	0,000	0,000	1,022	0,083	0,000	0,000
152	1,009	0,075	0,000	0,000	1,009	0,075	0,000	0,000	1,009	0,075	0,000	0,000
153	1,017	-0,010	0,000	0,000	1,017	-0,010	0,000	0,000	1,017	-0,010	0,000	0,000
154	0,974	0,035	0,000	0,000	0,974	0,035	0,000	0,000	0,974	0,035	0,000	0,000
155	0,995	-0,039	0,000	0,000	0,995	-0,039	0,000	0,000	0,995	-0,039	0,000	0,000
156	1,009	-0,078	0,000	0,000	1,009	-0,078	0,000	0,000	1,009	-0,078	0,000	0,000
157	0,999	-0,117	0,000	0,000	0,999	-0,117	0,000	0,000	0,999	-0,117	0,000	0,000
158	1,014	0,223	0,000	0,000	1,014	0,223	0,000	0,000	1,014	0,223	0,000	0,000
159	1,007	0,202	0,000	0,000	1,007	0,202	0,000	0,000	1,007	0,202	0,000	0,000
160	0,989	-0,079	0,000	0,000	0,989	-0,079	0,000	0,000	0,989	-0,079	0,000	0,000
161	0,994	-0,055	0,000	0,000	0,994	-0,055	0,000	0,000	0,994	-0,055	0,000	0,000
162	0,958	0,213	0,000	0,000	0,958	0,213	0,000	0,000	0,958	0,213	0,000	0,000
163	0,963	0,193	0,000	0,000	0,963	0,193	0,000	0,000	0,963	0,193	0,000	0,000
164	1,026	0,088	0,000	0,000	1,026	0,088	0,000	0,000	1,026	0,088	0,000	0,000
165	1,007	0,078	0,000	0,000	1,007	0,078	0,000	0,000	1,007	0,078	0,000	0,000
166	1,003	0,064	0,000	0,000	1,003	0,064	0,000	0,000	1,003	0,064	0,000	0,000
167	1,001	0,197	0,000	0,000	1,001	0,197	0,000	0,000	1,001	0,197	0,000	0,000
168	1,005	0,090	11,202	2,400	1,005	0,090	11,202	2,400	1,005	0,090	11,202	2,400
169	0,998	-0,049	0,000	0,000	0,998	-0,049	0,000	0,000	0,998	-0,049	0,000	0,000
170	1,003	-0,020	6,500	1,000	1,003	-0,020	6,500	1,000	1,003	-0,020	6,500	1,000
171	0,995	-0,179	0,000	0,000	0,995	-0,179	0,000	0,000	0,995	-0,179	0,000	0,000
172	0,990	-0,233	0,000	0,000	0,990	-0,233	0,000	0,000	0,990	-0,233	0,000	0,000
173	0,982	-0,091	0,000	0,000	0,982	-0,091	0,000	0,000	0,982	-0,091	0,000	0,000

174	1,013	-0,160	0,000	0,000	1,013	-0,160	0,000	0,000	1,013	-0,160	0,000	0,000
175	1,014	-0,149	0,000	0,000	1,014	-0,149	0,000	0,000	1,014	-0,149	0,000	0,000
176	0,994	-0,087	6,100	2,000	0,994	-0,087	6,100	2,000	0,994	-0,087	6,100	2,000
177	1,014	0,062	14,360	2,000	1,014	0,062	14,360	2,000	1,014	0,062	14,360	2,000
178	0,968	0,045	0,000	0,000	0,968	0,045	0,000	0,000	0,968	0,045	0,000	0,000
179	0,985	0,036	0,000	0,000	0,985	0,036	0,000	0,000	0,985	0,036	0,000	0,000
180	0,961	0,018	0,000	0,000	0,961	0,018	0,000	0,000	0,961	0,018	0,000	0,000
181	0,981	-0,096	0,000	0,000	0,981	-0,096	0,000	0,000	0,981	-0,096	0,000	0,000
182	1,007	-0,157	0,000	0,000	1,007	-0,157	0,000	0,000	1,007	-0,157	0,000	0,000
183	0,990	-0,053	0,000	0,000	0,990	-0,053	0,000	0,000	0,990	-0,053	0,000	0,000
184	0,998	-0,061	0,000	0,000	0,998	-0,061	0,000	0,000	0,998	-0,061	0,000	0,000
185	1,010	0,218	0,000	0,000	1,010	0,218	0,000	0,000	1,010	0,218	0,000	0,000
186	1,025	0,093	0,000	0,000	1,025	0,093	0,000	0,000	1,025	0,093	0,000	0,000
187	1,008	0,086	0,000	0,000	1,008	0,086	0,000	0,000	1,008	0,086	0,000	0,000
188	0,996	-0,084	0,000	0,000	0,996	-0,084	0,000	0,000	0,996	-0,084	0,000	0,000
189	1,009	-0,084	0,000	0,000	1,009	-0,084	0,000	0,000	1,009	-0,084	0,000	0,000
190	1,035	0,142	20,000	0,000	1,035	0,142	20,000	0,000	1,035	0,142	20,000	0,000
191	1,024	0,145	0,000	0,000	1,024	0,145	0,000	0,000	1,024	0,145	0,000	0,000
192	1,016	0,090	7,600	1,000	1,016	0,090	7,600	1,000	1,016	0,090	7,600	1,000
193	1,002	-0,033	0,000	0,000	1,002	-0,033	0,000	0,000	1,002	-0,033	0,000	0,000
194	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000	1,016	-0,093	0,000	0,000
195	1,019	0,321	0,000	0,000	1,019	0,321	0,000	0,000	1,019	0,321	0,000	0,000
196	1,005	0,290	44,532	5,000	1,005	0,290	44,532	5,000	1,005	0,290	44,532	5,000
197	1,003	-0,056	0,000	0,000	1,003	-0,056	0,000	0,000	1,003	-0,056	0,000	0,000
198	0,985	-0,021	0,000	0,000	0,985	-0,021	0,000	0,000	0,985	-0,021	0,000	0,000
199	1,025	-0,140	0,000	0,000	1,025	-0,140	0,000	0,000	1,025	-0,140	0,000	0,000
200	0,992	-0,160	0,000	0,000	0,992	-0,160	0,000	0,000	0,992	-0,160	0,000	0,000
201	0,962	0,018	0,000	0,000	0,962	0,018	0,000	0,000	0,962	0,018	0,000	0,000
202	0,995	-0,054	0,000	0,000	0,995	-0,054	0,000	0,000	0,995	-0,054	0,000	0,000
203	1,027	0,152	0,000	0,000	1,027	0,152	0,000	0,000	1,027	0,152	0,000	0,000
204	0,955	-0,054	0,000	0,000	0,955	-0,054	0,000	0,000	0,955	-0,054	0,000	0,000
205	1,008	-0,213	0,000	0,000	1,008	-0,213	0,000	0,000	1,008	-0,213	0,000	0,000
206	0,966	-0,184	0,000	0,000	0,966	-0,184	0,000	0,000	0,966	-0,184	0,000	0,000
207	1,016	-0,198	2,400	1,500	1,016	-0,198	2,400	1,500	1,016	-0,198	2,400	1,500
208	1,007	0,206	0,000	0,000	1,007	0,206	0,000	0,000	1,007	0,206	0,000	0,000
209	1,004	0,180	0,000	0,000	1,004	0,180	0,000	0,000	1,004	0,180	0,000	0,000

210	1,021	0,263	19,998	0,000	1,021	0,263	19,998	0,000	1,021	0,263	19,998	0,000
211	1,020	0,234	0,000	0,000	1,020	0,234	0,000	0,000	1,020	0,234	0,000	0,000
212	1,021	0,236	0,000	0,000	1,021	0,236	0,000	0,000	1,021	0,236	0,000	0,000
213	1,009	-0,018	0,000	0,000	1,009	-0,018	0,000	0,000	1,009	-0,018	0,000	0,000
214	0,978	0,022	0,000	0,000	0,978	0,022	0,000	0,000	0,978	0,022	0,000	0,000
215	1,001	-0,062	0,000	0,000	1,001	-0,062	0,000	0,000	1,001	-0,062	0,000	0,000
216	1,008	0,177	0,000	0,000	1,008	0,177	0,000	0,000	1,008	0,177	0,000	0,000
217	1,002	0,176	0,000	0,000	1,002	0,176	0,000	0,000	1,002	0,176	0,000	0,000
218	0,998	0,143	2,000	0,800	0,998	0,143	2,000	0,800	0,998	0,143	2,000	0,800
219	0,977	-0,177	0,000	0,000	0,977	-0,177	0,000	0,000	0,977	-0,177	0,000	0,000
220	1,001	0,203	36,500	12,000	1,001	0,203	36,500	12,000	1,001	0,203	36,500	12,000
221	0,995	-0,039	0,000	0,000	0,995	-0,039	0,000	0,000	0,995	-0,039	0,000	0,000
222	0,991	-0,092	0,000	0,000	0,991	-0,092	0,000	0,000	0,991	-0,092	0,000	0,000
223	0,988	-0,028	0,000	0,000	0,988	-0,028	0,000	0,000	0,988	-0,028	0,000	0,000
224	1,001	0,203	36,500	12,000	1,001	0,203	36,500	12,000	1,001	0,203	36,500	12,000
225	1,038	0,155	0,000	0,000	1,038	0,155	0,000	0,000	1,038	0,155	0,000	0,000
226	1,033	0,163	0,000	0,000	1,033	0,163	0,000	0,000	1,033	0,163	0,000	0,000
227	1,025	0,163	100,011	25,500	1,025	0,163	100,011	25,500	1,025	0,163	100,011	25,500
228	0,990	-0,053	0,000	0,000	0,990	-0,053	0,000	0,000	0,990	-0,053	0,000	0,000
229	0,992	-0,086	0,000	0,000	0,992	-0,086	0,000	0,000	0,992	-0,086	0,000	0,000
230	0,995	-0,070	0,000	0,000	0,995	-0,070	0,000	0,000	0,995	-0,070	0,000	0,000
231	0,991	-0,155	0,000	0,000	0,991	-0,155	0,000	0,000	0,991	-0,155	0,000	0,000
232	1,001	0,237	9,400	0,000	1,001	0,237	9,400	0,000	1,001	0,237	9,400	0,000
233	1,000	0,194	0,000	0,000	1,000	0,194	0,000	0,000	1,000	0,194	0,000	0,000
234	0,994	0,244	0,000	0,000	0,994	0,244	0,000	0,000	0,994	0,244	0,000	0,000
235	1,030	0,341	0,000	0,000	1,030	0,341	0,000	0,000	1,030	0,341	0,000	0,000
236	0,992	-0,088	0,000	0,000	0,992	-0,088	0,000	0,000	0,992	-0,088	0,000	0,000
237	0,994	-0,077	0,000	0,000	0,994	-0,077	0,000	0,000	0,994	-0,077	0,000	0,000
238	0,991	-0,075	0,000	0,000	0,991	-0,075	0,000	0,000	0,991	-0,075	0,000	0,000
239	0,990	-0,159	0,000	0,000	0,990	-0,159	0,000	0,000	0,990	-0,159	0,000	0,000
240	0,987	-0,170	0,000	0,000	0,987	-0,170	0,000	0,000	0,987	-0,170	0,000	0,000
241	1,001	-0,170	0,000	0,000	1,001	-0,170	0,000	0,000	1,001	-0,170	0,000	0,000
242	0,991	-0,163	0,000	0,000	0,991	-0,163	0,000	0,000	0,991	-0,163	0,000	0,000
243	0,978	0,028	0,000	0,000	0,978	0,028	0,000	0,000	0,978	0,028	0,000	0,000
244	0,993	-0,087	0,000	0,000	0,993	-0,087	0,000	0,000	0,993	-0,087	0,000	0,000
245	0,995	-0,074	0,000	0,000	0,995	-0,074	0,000	0,000	0,995	-0,074	0,000	0,000

246	1,025	0,097	0,000	0,000	1,025	0,097	0,000	0,000	0,000	1,025	0,097	0,000	0,000	0,000
247	0,991	0,440	0,000	0,000	0,991	0,440	0,000	0,000	0,000	0,991	0,440	0,000	0,000	0,000
248	1,057	0,149	0,000	0,000	1,057	0,149	0,000	0,000	0,000	1,057	0,149	0,000	0,000	0,000
249	0,997	0,138	0,000	0,000	0,997	0,138	0,000	0,000	0,000	0,997	0,138	0,000	0,000	0,000
250	1,043	0,408	0,000	0,000	1,043	0,408	0,000	0,000	0,000	1,043	0,408	0,000	0,000	0,000
251	0,995	-0,034	0,000	0,000	0,995	-0,034	0,000	0,000	0,000	0,995	-0,034	0,000	0,000	0,000
252	0,999	0,032	0,000	0,000	0,999	0,032	0,000	0,000	0,000	0,999	0,032	0,000	0,000	0,000
253	0,972	-0,036	0,000	0,000	0,972	-0,036	0,000	0,000	0,000	0,972	-0,036	0,000	0,000	0,000
254	0,958	0,198	0,000	0,000	0,958	0,198	0,000	0,000	0,000	0,958	0,198	0,000	0,000	0,000
255	1,008	-0,074	0,000	0,000	1,008	-0,074	0,000	0,000	0,000	1,008	-0,074	0,000	0,000	0,000
256	1,009	0,291	0,000	0,000	1,009	0,291	0,000	0,000	0,000	1,009	0,291	0,000	0,000	0,000
257	0,966	0,208	0,000	0,000	0,966	0,208	0,000	0,000	0,000	0,966	0,208	0,000	0,000	0,000
258	0,961	0,015	0,000	0,000	0,961	0,015	0,000	0,000	0,000	0,961	0,015	0,000	0,000	0,000
259	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,000	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,000
260	1,011	0,189	0,000	0,000	1,011	0,189	0,000	0,000	0,000	1,011	0,189	0,000	0,000	0,000
261	1,028	0,102	0,000	0,000	1,028	0,102	0,000	0,000	0,000	1,028	0,102	0,000	0,000	0,000
262	1,042	0,104	0,000	0,000	1,042	0,104	0,000	0,000	0,000	1,042	0,104	0,000	0,000	0,000
263	1,007	-0,044	0,000	0,000	1,007	-0,044	0,000	0,000	0,000	1,007	-0,044	0,000	0,000	0,000
264	1,055	0,031	0,000	0,000	1,055	0,031	0,000	0,000	0,000	1,055	0,031	0,000	0,000	0,000
265	1,044	-0,106	0,000	0,000	1,044	-0,106	0,000	0,000	0,000	1,044	-0,106	0,000	0,000	0,000
266	1,000	0,167	0,000	0,000	1,000	0,167	0,000	0,000	0,000	1,000	0,167	0,000	0,000	0,000
267	0,950	0,186	0,000	0,000	0,950	0,186	0,000	0,000	0,000	0,950	0,186	0,000	0,000	0,000
268	1,013	-0,109	0,000	0,000	1,013	-0,109	0,000	0,000	0,000	1,013	-0,109	0,000	0,000	0,000
269	0,996	0,136	0,000	0,000	0,996	0,136	0,000	0,000	0,000	0,996	0,136	0,000	0,000	0,000
270	1,025	0,027	0,000	0,000	1,025	0,027	0,000	0,000	0,000	1,025	0,027	0,000	0,000	0,000
271	0,999	0,032	0,000	0,000	0,999	0,032	0,000	0,000	0,000	0,999	0,032	0,000	0,000	0,000
272	1,012	0,211	0,000	0,000	1,012	0,211	0,000	0,000	0,000	1,012	0,211	0,000	0,000	0,000
273	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,000	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,000
274	0,994	-0,014	0,000	0,000	0,994	-0,014	0,000	0,000	0,000	0,994	-0,014	0,000	0,000	0,000
275	1,044	-0,106	0,000	0,000	1,044	-0,106	0,000	0,000	0,000	1,044	-0,106	0,000	0,000	0,000
276	1,015	0,062	0,000	0,000	1,015	0,062	0,000	0,000	0,000	1,015	0,062	0,000	0,000	0,000
277	1,013	-0,109	0,000	0,000	1,013	-0,109	0,000	0,000	0,000	1,013	-0,109	0,000	0,000	0,000
278	1,015	-0,036	0,000	0,000	1,015	-0,036	0,000	0,000	0,000	1,015	-0,036	0,000	0,000	0,000
279	0,999	-0,052	0,000	0,000	0,999	-0,052	0,000	0,000	0,000	0,999	-0,052	0,000	0,000	0,000
280	1,026	0,090	0,000	0,000	1,026	0,090	0,000	0,000	0,000	1,026	0,090	0,000	0,000	0,000
281	1,024	0,093	0,000	0,000	1,024	0,093	0,000	0,000	0,000	1,024	0,093	0,000	0,000	0,000

282	1,004	0,178	0,000	0,000	1,004	0,178	0,000	0,000	0,000	1,004	0,178	0,000	0,000	0,000	1,004	0,178	0,000	0,000	0,000
283	1,010	-0,024	0,000	0,000	1,010	-0,024	0,000	0,000	0,000	1,010	-0,024	0,000	0,000	0,000	1,010	-0,024	0,000	0,000	0,000
284	0,966	0,046	0,000	0,000	0,966	0,046	0,000	0,000	0,000	0,966	0,046	0,000	0,000	0,000	0,966	0,046	0,000	0,000	0,000
285	1,020	0,107	0,000	0,000	1,020	0,107	0,000	0,000	0,000	1,020	0,107	0,000	0,000	0,000	1,020	0,107	0,000	0,000	0,000
286	1,016	-0,018	0,000	0,000	1,016	-0,018	0,000	0,000	0,000	1,016	-0,018	0,000	0,000	0,000	1,016	-0,018	0,000	0,000	0,000
287	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,000
288	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,000
289	1,001	-0,066	0,000	0,000	1,001	-0,066	0,000	0,000	0,000	1,001	-0,066	0,000	0,000	0,000	1,001	-0,066	0,000	0,000	0,000
290	0,984	-0,091	0,000	0,000	0,984	-0,091	0,000	0,000	0,000	0,984	-0,091	0,000	0,000	0,000	0,984	-0,091	0,000	0,000	0,000
291	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,000
292	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,000
293	1,016	0,095	0,000	0,000	1,016	0,095	0,000	0,000	0,000	1,016	0,095	0,000	0,000	0,000	1,016	0,095	0,000	0,000	0,000
294	0,953	-0,052	0,000	0,000	0,953	-0,052	0,000	0,000	0,000	0,953	-0,052	0,000	0,000	0,000	0,953	-0,052	0,000	0,000	0,000
295	0,962	0,080	0,000	0,000	0,962	0,080	0,000	0,000	0,000	0,962	0,080	0,000	0,000	0,000	0,962	0,080	0,000	0,000	0,000
296	0,954	-0,149	0,000	0,000	0,954	-0,149	0,000	0,000	0,000	0,954	-0,149	0,000	0,000	0,000	0,954	-0,149	0,000	0,000	0,000
297	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,000	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,000	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,000
298	0,997	0,176	0,000	0,000	0,997	0,176	0,000	0,000	0,000	0,997	0,176	0,000	0,000	0,000	0,997	0,176	0,000	0,000	0,000
299	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,000	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,000	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,000
300	1,029	0,288	0,000	0,000	1,029	0,288	0,000	0,000	0,000	1,029	0,288	0,000	0,000	0,000	1,029	0,288	0,000	0,000	0,000
301	0,991	0,440	0,000	0,000	0,991	0,440	0,000	0,000	0,000	0,991	0,440	0,000	0,000	0,000	0,991	0,440	0,000	0,000	0,000
302	1,057	0,149	0,000	0,000	1,057	0,149	0,000	0,000	0,000	1,057	0,149	0,000	0,000	0,000	1,057	0,149	0,000	0,000	0,000
303	0,997	0,138	0,000	0,000	0,997	0,138	0,000	0,000	0,000	0,997	0,138	0,000	0,000	0,000	0,997	0,138	0,000	0,000	0,000
304	1,043	0,408	0,000	0,000	1,043	0,408	0,000	0,000	0,000	1,043	0,408	0,000	0,000	0,000	1,043	0,408	0,000	0,000	0,000
305	0,995	-0,034	0,000	0,000	0,995	-0,034	0,000	0,000	0,000	0,995	-0,034	0,000	0,000	0,000	0,995	-0,034	0,000	0,000	0,000
306	1,020	0,107	0,000	0,000	1,020	0,107	0,000	0,000	0,000	1,020	0,107	0,000	0,000	0,000	1,020	0,107	0,000	0,000	0,000
307	0,999	0,032	0,000	0,000	0,999	0,032	0,000	0,000	0,000	0,999	0,032	0,000	0,000	0,000	0,999	0,032	0,000	0,000	0,000
308	0,972	-0,036	0,000	0,000	0,972	-0,036	0,000	0,000	0,000	0,972	-0,036	0,000	0,000	0,000	0,972	-0,036	0,000	0,000	0,000
309	0,958	0,198	0,000	0,000	0,958	0,198	0,000	0,000	0,000	0,958	0,198	0,000	0,000	0,000	0,958	0,198	0,000	0,000	0,000
310	1,008	-0,074	0,000	0,000	1,008	-0,074	0,000	0,000	0,000	1,008	-0,074	0,000	0,000	0,000	1,008	-0,074	0,000	0,000	0,000
311	1,009	0,291	0,000	0,000	1,009	0,291	0,000	0,000	0,000	1,009	0,291	0,000	0,000	0,000	1,009	0,291	0,000	0,000	0,000
312	0,966	0,208	0,000	0,000	0,966	0,208	0,000	0,000	0,000	0,966	0,208	0,000	0,000	0,000	0,966	0,208	0,000	0,000	0,000
313	0,966	0,046	0,000	0,000	0,966	0,046	0,000	0,000	0,000	0,966	0,046	0,000	0,000	0,000	0,966	0,046	0,000	0,000	0,000
314	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,000	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,000	0,978	-0,067	0,000	0,000	0,000
315	1,011	0,189	0,000	0,000	1,011	0,189	0,000	0,000	0,000	1,011	0,189	0,000	0,000	0,000	1,011	0,189	0,000	0,000	0,000
316	1,016	0,095	0,000	0,000	1,016	0,095	0,000	0,000	0,000	1,016	0,095	0,000	0,000	0,000	1,016	0,095	0,000	0,000	0,000
317	1,028	0,102	0,000	0,000	1,028	0,102	0,000	0,000	0,000	1,028	0,102	0,000	0,000	0,000	1,028	0,102	0,000	0,000	0,000

318	1,042	0,104	0,000	0,000	1,042	0,104	0,000	0,000	0,000	1,042	0,104	0,000	0,000	0,000
319	1,016	-0,018	0,000	0,000	1,016	-0,018	0,000	0,000	0,000	1,016	-0,018	0,000	0,000	0,000
320	1,055	0,031	0,000	0,000	1,055	0,031	0,000	0,000	0,000	1,055	0,031	0,000	0,000	0,000
321	1,044	-0,106	0,000	0,000	1,044	-0,106	0,000	0,000	0,000	1,044	-0,106	0,000	0,000	0,000
322	1,000	0,167	0,000	0,000	1,000	0,167	0,000	0,000	0,000	1,000	0,167	0,000	0,000	0,000
323	0,950	0,186	0,000	0,000	0,950	0,186	0,000	0,000	0,000	0,950	0,186	0,000	0,000	0,000
324	1,013	-0,109	0,000	0,000	1,013	-0,109	0,000	0,000	0,000	1,013	-0,109	0,000	0,000	0,000
325	1,004	0,178	0,000	0,000	1,004	0,178	0,000	0,000	0,000	1,004	0,178	0,000	0,000	0,000
326	1,010	-0,024	0,000	0,000	1,010	-0,024	0,000	0,000	0,000	1,010	-0,024	0,000	0,000	0,000
327	0,994	-0,212	0,000	0,000	0,994	-0,212	0,000	0,000	0,000	0,994	-0,212	0,000	0,000	0,000
328	1,012	0,211	0,000	0,000	1,012	0,211	0,000	0,000	0,000	1,012	0,211	0,000	0,000	0,000
329	0,948	-0,253	0,000	0,000	0,948	-0,253	0,000	0,000	0,000	0,948	-0,253	0,000	0,000	0,000
330	0,994	-0,014	0,000	0,000	0,994	-0,014	0,000	0,000	0,000	0,994	-0,014	0,000	0,000	0,000
331	1,026	0,090	0,000	0,000	1,026	0,090	0,000	0,000	0,000	1,026	0,090	0,000	0,000	0,000
332	1,015	-0,036	0,000	0,000	1,015	-0,036	0,000	0,000	0,000	1,015	-0,036	0,000	0,000	0,000
333	0,999	-0,052	0,000	0,000	0,999	-0,052	0,000	0,000	0,000	0,999	-0,052	0,000	0,000	0,000
334	1,001	-0,066	0,000	0,000	1,001	-0,066	0,000	0,000	0,000	1,001	-0,066	0,000	0,000	0,000
335	1,024	0,093	0,000	0,000	1,024	0,093	0,000	0,000	0,000	1,024	0,093	0,000	0,000	0,000
336	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,095	0,000	0,000	0,000
337	0,984	-0,091	0,000	0,000	0,984	-0,091	0,000	0,000	0,000	0,984	-0,091	0,000	0,000	0,000
338	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,000	0,993	-0,074	0,000	0,000	0,000
339	0,953	-0,052	0,000	0,000	0,953	-0,052	0,000	0,000	0,000	0,953	-0,052	0,000	0,000	0,000
340	0,962	0,080	0,000	0,000	0,962	0,080	0,000	0,000	0,000	0,962	0,080	0,000	0,000	0,000
341	0,997	0,176	0,000	0,000	0,997	0,176	0,000	0,000	0,000	0,997	0,176	0,000	0,000	0,000
342	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,000	0,987	-0,083	0,000	0,000	0,000
343	1,029	0,288	0,000	0,000	1,029	0,288	0,000	0,000	0,000	1,029	0,288	0,000	0,000	0,000
344	1,015	0,062	0,000	0,000	1,015	0,062	0,000	0,000	0,000	1,015	0,062	0,000	0,000	0,000
345	1,003	0,029	0,000	0,000	1,003	0,029	0,000	0,000	0,000	1,003	0,029	0,000	0,000	0,000
346	1,016	0,097	0,000	0,000	1,016	0,097	0,000	0,000	0,000	1,016	0,097	0,000	0,000	0,000
347	0,961	0,015	0,000	0,000	0,961	0,015	0,000	0,000	0,000	0,961	0,015	0,000	0,000	0,000
348	1,007	-0,044	0,000	0,000	1,007	-0,044	0,000	0,000	0,000	1,007	-0,044	0,000	0,000	0,000
349	0,996	0,136	0,000	0,000	0,996	0,136	0,000	0,000	0,000	0,996	0,136	0,000	0,000	0,000
350	1,025	0,027	0,000	0,000	1,025	0,027	0,000	0,000	0,000	1,025	0,027	0,000	0,000	0,000
351	0,954	-0,149	0,000	0,000	0,954	-0,149	0,000	0,000	0,000	0,954	-0,149	0,000	0,000	0,000
352	1,020	0,005	31,200	4,826	1,020	0,005	31,200	4,826	1,020	0,005	31,200	4,826	1,020	4,826
353	1,040	0,502	37,285	-2,375	1,040	0,502	37,285	-2,375	1,040	0,502	37,285	-2,375	1,040	-2,375

354	1,030	0,344	78,000	9,101	1,030	0,344	78,000	9,101	1,030	0,344	78,000	9,101
355	1,030	0,344	78,000	9,101	1,030	0,344	78,000	9,101	1,030	0,344	78,000	9,101
356	1,000	0,130	41,362	14,017	1,000	0,130	41,362	14,017	1,000	0,130	41,362	14,017
357	1,000	0,478	130,000	-13,338	1,000	0,478	130,000	-13,338	1,000	0,478	130,000	-13,338
358	1,040	0,217	62,953	15,883	1,040	0,217	62,953	15,883	1,040	0,217	62,953	15,883
359	1,040	0,217	62,953	15,883	1,040	0,217	62,953	15,883	1,040	0,217	62,953	15,883
360	1,040	0,217	62,953	15,883	1,040	0,217	62,953	15,883	1,040	0,217	62,953	15,883
361	1,020	-0,066	42,000	45,194	1,020	-0,066	42,000	45,194	1,020	-0,066	42,000	45,194
362	1,020	0,224	65,000	19,425	1,020	0,224	65,000	19,425	1,020	0,224	65,000	19,425
363	1,020	0,224	65,000	19,425	1,020	0,224	65,000	19,425	1,020	0,224	65,000	19,425
364	1,050	0,426	80,016	19,393	1,050	0,426	80,016	19,393	1,050	0,426	80,016	19,393
365	1,050	0,426	80,016	19,393	1,050	0,426	80,016	19,393	1,050	0,426	80,016	19,393
366	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077
367	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924
368	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077
369	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077
370	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077
371	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077	1,040	0,498	100,000	27,077
372	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924
373	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924
374	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924
375	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924	1,050	0,460	110,000	18,924
376	1,020	0,324	112,000	16,372	1,020	0,324	112,000	16,372	1,020	0,324	112,000	16,372
377	1,020	0,324	112,000	16,372	1,020	0,324	112,000	16,372	1,020	0,324	112,000	16,372
378	1,020	0,230	70,000	19,762	1,020	0,230	69,997	19,762	1,020	0,230	69,997	19,762
379	1,020	-0,056	0,000	14,892	1,020	-0,056	0,000	14,892	1,020	-0,056	0,000	14,892
380	1,020	-0,056	0,000	14,892	1,020	-0,056	0,000	14,892	1,020	-0,056	0,000	14,892
381	1,040	0,037	133,000	74,247	1,040	0,037	133,000	74,247	1,040	0,037	133,000	74,247
382	1,020	0,227	120,000	15,587	1,020	0,227	120,000	15,587	1,020	0,227	120,000	15,587
383	1,000	-0,001	40,000	2,585	1,000	-0,001	40,000	2,585	1,000	-0,001	40,000	2,585
384	1,040	0,216	140,004	24,401	1,040	0,216	140,004	24,401	1,040	0,216	140,004	24,401
385	1,020	0,342	40,000	7,979	1,020	0,342	40,000	7,979	1,020	0,342	40,000	7,979
386	0,993	-0,106	0,000	0,000	0,993	-0,106	0,000	0,000	0,993	-0,106	0,000	0,000
387	1,048	0,422	0,000	0,000	1,048	0,422	0,000	0,000	1,048	0,422	0,000	0,000
388	1,048	0,422	0,000	0,000	1,048	0,422	0,000	0,000	1,048	0,422	0,000	0,000
389	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000

390	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	0,000
391	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	0,000
392	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	0,000
393	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	0,000
394	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	1,039	0,497	0,000	0,000	0,000
395	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	0,000
396	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	0,000
397	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	0,000
398	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	1,049	0,459	0,000	0,000	0,000
399	1,019	0,324	0,000	0,000	1,019	0,324	0,000	0,000	1,019	0,324	0,000	0,000	0,000
400	1,019	0,324	0,000	0,000	1,019	0,324	0,000	0,000	1,019	0,324	0,000	0,000	0,000
401	1,005	-0,013	0,000	0,000	1,005	-0,013	0,000	0,000	1,005	-0,013	0,000	0,000	0,000
402	0,985	0,136	0,000	0,000	0,985	0,136	0,000	0,000	0,985	0,136	0,000	0,000	0,000

Tabla II.2. Cargabilidad de generadores del Sistema Nacional Interconectado 2014

Número de Barra	Potencia Nominal [MVA]	Sin Límites		Con límites sin Servicios Auxiliares		Con Servicios Auxiliares	
		Potencia Generada [MVA]	Cargabilidad Generado [%]	Potencia Generada [MVA]	Cargabilidad Generado [%]	Potencia Generada [MVA]	Cargabilidad Generado [%]
38	4,500	2,582	57,37%	2,582	57,37%	2,582	57,37%
43	5,600	1,400	25%	1,400	25%	1,400	25%
44	20,800	17,884	86%	17,884	86%	17,884	86%
47	44,800	38,378	86%	38,378	86%	38,378	86%
55	53,400	48,836	91%	48,836	91%	48,836	91%
56	53,400	48,836	91%	48,836	91%	48,836	91%
63	16,000	4,916	31%	4,916	31%	4,916	31%
64	10,000	6,576	66%	6,576	66%	6,576	66%
72	24,000	16,100	67%	16,100	67%	16,100	67%
86	12,500	5,124	41%	5,124	41%	5,124	41%
88	2,500	1,020	41%	1,020	41%	1,020	41%
89	12,800	5,740	45%	5,740	45%	5,740	45%

97	56,400	10,800	19%	10,800	19%	10,800	19%	10,800	19%
109	20,000	1,811	9%	1,811	9%	1,811	9%	1,811	9%
118	23,400	21,198	91%	21,198	91%	21,198	91%	21,198	91%
124	7,100	6,000	85%	6,000	85%	6,000	85%	6,000	85%
131	25,560	20,325	80%	20,325	80%	20,325	80%	20,325	80%
138	33,000	28,587	87%	28,587	87%	28,587	87%	28,587	87%
140	29,000	25,356	87%	25,356	87%	25,356	87%	25,356	87%
168	19,800	11,456	58%	11,456	58%	11,456	58%	11,456	58%
170	15,500	6,576	42%	6,576	42%	6,576	42%	6,576	42%
176	6,750	6,420	95%	6,420	95%	6,420	95%	6,420	95%
177	17,100	14,499	85%	14,499	85%	14,499	85%	14,499	85%
190	23,600	20,000	85%	20,000	85%	20,000	85%	20,000	85%
192	10,000	7,666	77%	7,666	77%	7,666	77%	7,666	77%
196	50,000	44,812	90%	44,812	90%	44,812	90%	44,812	90%
207	4,240	2,830	67%	2,830	67%	2,830	67%	2,830	67%
210	26,800	19,998	75%	19,998	75%	19,998	75%	19,998	75%
218	11,800	2,154	18%	2,154	18%	2,154	18%	2,154	18%
220	42,200	38,422	91%	38,422	91%	38,422	91%	38,422	91%
224	42,200	38,422	91%	38,422	91%	38,422	91%	38,422	91%
227	127,500	103,211	81%	103,211	81%	103,211	81%	103,211	81%
352	40,500	31,571	78%	31,571	78%	31,571	78%	31,571	78%
353	42,800	37,361	87%	37,361	87%	37,361	87%	37,361	87%
354	85,000	78,529	92%	78,529	92%	78,529	92%	78,529	92%
355	85,000	78,529	92%	78,529	92%	78,529	92%	78,529	92%
356	158,000	43,673	28%	43,673	28%	43,673	28%	43,673	28%
357	155,882	130,682	84%	130,682	84%	130,682	84%	130,682	84%
358	79,000	64,926	82%	64,926	82%	64,926	82%	64,926	82%
359	79,000	64,926	82%	64,926	82%	64,926	82%	64,926	82%

360	79,000	64,926	82%	64,926	82%	64,926	82%
361	85,833	61,697	72%	61,697	72%	61,697	72%
362	88,110	67,840	77%	67,840	77%	67,840	77%
363	88,110	67,840	77%	67,840	77%	67,840	77%
364	100,000	82,333	82%	82,333	82%	82,333	82%
365	100,000	82,333	82%	82,333	82%	82,333	82%
366	116,670	103,601	89%	103,601	89%	103,601	89%
367	127,700	111,616	87%	111,616	87%	111,616	87%
368	116,670	103,601	89%	103,601	89%	103,601	89%
369	116,670	103,601	89%	103,601	89%	103,601	89%
370	116,670	103,601	89%	103,601	89%	103,601	89%
371	116,670	103,601	89%	103,601	89%	103,601	89%
372	127,700	111,616	87%	111,616	87%	111,616	87%
373	127,700	111,616	87%	111,616	87%	111,616	87%
374	127,700	111,616	87%	111,616	87%	111,616	87%
375	127,700	111,616	87%	111,616	87%	111,616	87%
376	125,700	113,190	90%	113,190	90%	113,190	90%
377	125,700	113,190	90%	113,190	90%	113,190	90%
378	82,350	72,736	88%	72,734	88%	72,734	88%
379	30,000	14,892	50%	14,892	50%	14,892	50%
380	30,000	14,892	50%	14,892	50%	14,892	50%
381	156,500	152,321	97%	152,321	97%	152,321	97%
382	192,000	121,008	63%	121,008	63%	121,008	63%
383	70,000	40,083	57%	40,083	57%	40,083	57%
384	175,626	142,115	81%	142,115	81%	142,115	81%
385	56,748	40,788	72%	40,788	72%	40,788	72%
Total		3503,593856	4855,5960%	3503,591193	4855,5927%	3503,591193	4855,5927%

Tabla II.3. Variaciones de voltaje en barras del SNI 2014

Nombre de Barra	VARIACIONES DE VOLTAJE	
	Con Límites Sin Servicios Auxiliares	Con Límites de Servicios Auxiliares
2	0,020606058	0,020605098
3	0,02643215	0,026431059
4	0,026968415	0,026967321
5	0,027080528	0,027079432
6	0,027894597	0,027893496
7	0,026694005	0,02669291
8	0,026240567	0,026239408
9	0,026062067	0,02606091
10	0,026820319	0,026819208
11	0,026079588	0,026078431
12	0,026323611	0,026322521
13	0,020516669	0,02051483
14	0,020349809	0,020348811
15	0,020334924	0,020333926
16	0,019736989	0,019735994
17	0,020261774	0,020260601
18	0,019228142	0,019227173
19	0,022364848	0,022363507
20	0,02311487	0,023113521
21	0,028798003	0,028796242
22	0,028798003	0,028796242
23	0,018929849	0,018928891
24	0,016415238	0,016414279
25	0,027059333	0,027058288
26	0,02907028	0,02906919
27	0,018884434	0,018883477
28	0,018884434	0,018883477
29	0,018922361	0,018921403
30	0,018922361	0,018921403
31	0,020108063	0,020107094
32	0,020369421	0,020368239
33	0,020895397	0,020894217
34	0,027572001	0,027570899
35	0,016715998	0,016715279
36	0,012668847	0,012668419
37	0,031058283	0,031056715

38	0,019089704	0,019088742
39	0,019224677	0,019223708
40	0,021101454	0,021100475
41	0,017223503	0,017223153
42	0,019743599	0,019743234
43	0,024551427	0,024550297
44	0,016295138	0,016294429
45	0,0162881	0,016287391
46	0,030915058	0,030913205
47	0,029143162	0,029142077
48	0,031635678	0,031633797
49	0,020710493	0,020709511
50	0,022537877	0,022536213
51	0,02333766	0,023336039
52	0,034016465	0,034014878
53	0,035350232	0,035348621
54	0,020659563	0,020658626
55	0,03449619	0,034491993
56	0,03449619	0,034491993
57	0,029502066	0,029500967
58	0,028583587	0,028582171
59	0,031909562	0,031908064
60	0,009264067	0,009263695
61	0,019217334	0,019216365
62	0,020595321	0,020594334
63	0,02032243	0,02032145
64	0,019109151	0,019108188
65	0,026769574	0,026768432
66	0,030325498	0,030324094
67	0,030325493	0,030324089
68	0,03035938	0,030357923
69	0,03035938	0,030357923
70	0,03035938	0,030357923
71	0,031840612	0,031839139
72	0,02347658	0,023474981
73	0,033540799	0,03353922
74	0,029273052	0,02927159
75	0,034678547	0,034674329
76	0,035545159	0,035540969
77	0,026174551	0,026173453
78	0,028798003	0,028796242

79	0,028798003	0,028796242
80	0,028798003	0,028796242
81	0,028798003	0,028796242
82	0,028798003	0,028796242
83	0,022757538	0,022755835
84	0,021081105	0,021080132
85	0,021081105	0,021080132
86	0,024053071	0,024051874
87	0,031840612	0,031839139
88	0,031368756	0,031366862
89	0,024274272	0,024273064
90	0,024023155	0,024021937
91	0,028096151	0,028094433
92	0,028096151	0,028094433
93	0,021081105	0,021080132
94	0,031103228	0,031102208
95	0,026553869	0,026552905
96	0,032019997	0,032018936
97	0,02862454	0,028623206
98	0,018676535	0,018675579
99	0,01715635	0,017155452
100	0,027469224	0,027468125
101	0,005372864	0,005372713
102	0,005372864	0,005372713
103	0,029273052	0,02927159
104	0,029273052	0,02927159
105	0,008775217	0,008775091
106	0,029880114	0,029878662
107	0,019743599	0,019743234
108	0,031054473	0,031052618
109	0,034020109	0,03401817
110	0,019337633	0,019336716
111	0,022126248	0,022124484
112	0,025386624	0,025385157
113	0,025237856	0,025236298
114	0,015177578	0,015176927
115	0,020235215	0,020234218
116	0,016433457	0,016432689
117	0,016197075	0,016196394
118	0,023142238	0,023140632
119	0,029020804	0,029019457

120	0,022032596	0,02203157
121	0,025244282	0,025243018
122	0,028608594	0,028607261
123	0,024660176	0,024658941
124	0,02690592	0,026904621
125	0,014215995	0,014214428
126	0,015393016	0,015391536
127	0,02156542	0,021563621
128	0,005987503	0,005987299
129	0,006740352	0,006740156
130	0,00452887	0,004528727
131	0,007789754	0,007789641
132	0,015457095	0,015455784
133	0,015457095	0,015455784
134	0,029467368	0,029466274
135	0,02769535	0,02769425
136	0,029514813	0,029513349
137	0,034360127	0,034358546
138	0,029208561	0,029207477
139	0,029830496	0,0298294
140	0,022485523	0,022483985
141	0,020259221	0,020258245
142	0,020106989	0,02010602
143	0,024925657	0,024924509
144	0,023619831	0,023618534
145	0,013602673	0,013602191
146	0,032554374	0,032552786
147	0,035824081	0,035822428
148	0,019882541	0,019881626
149	0,015772743	0,015771955
150	0,020409914	0,020408985
151	0,013054704	0,013054219
152	0,013602673	0,013602191
153	0,030891023	0,030889456
154	0,028710427	0,028708986
155	0,031418804	0,031417246
156	0,033162814	0,033161298
157	0,033826052	0,033824532
158	0,020781722	0,020780621
159	0,021433288	0,021432183
160	0,020765635	0,020764674

161	0,019001973	0,019001015
162	0,031495273	0,031491956
163	0,032607123	0,032603741
164	0,015735298	0,015734577
165	0,018453148	0,018452179
166	0,016437238	0,016436523
167	0,020343573	0,020341909
168	0,026512734	0,026510914
169	0,018732936	0,01873198
170	0,01864847	0,018647519
171	0,027030715	0,027029584
172	0,031187296	0,031186263
173	0,021416184	0,021415214
174	0,026123076	0,026121987
175	0,024994537	0,024993385
176	0,020102698	0,020101783
177	0,028996322	0,028995235
178	0,022478167	0,022476479
179	0,019875676	0,019874368
180	0,02324068	0,023238988
181	0,02147979	0,021478831
182	0,025572544	0,025571455
183	0,020801686	0,020800725
184	0,016078527	0,016077815
185	0,019003039	0,019001159
186	0,012837119	0,012836613
187	0,015335595	0,015334873
188	0,019882606	0,019881691
189	0,020134284	0,020133358
190	0,013738983	0,013738363
191	0,016351149	0,016350375
192	0,028991572	0,028990485
193	0,030423542	0,030421833
194	0,028798003	0,028796242
195	0,019064251	0,01906282
196	0,022617387	0,022615839
197	0,019697183	0,019696188
198	0,018224107	0,018223103
199	0,024495076	0,024493948
200	0,025879631	0,025878475
201	0,017658539	0,017658191

202	0,0189382	0,018937243
203	0,015391443	0,015390714
204	0,018759853	0,018758905
205	0,030405259	0,030404233
206	0,028209683	0,028208705
207	0,030644978	0,030643944
208	0,02006917	0,020068196
209	0,021020241	0,021019257
210	0,020549299	0,02054816
211	0,020545217	0,020544078
212	0,020540199	0,02053906
213	0,03040464	0,030402862
214	0,029390668	0,029389186
215	0,032159639	0,032157827
216	0,021807961	0,021806615
217	0,01954124	0,019539597
218	0,022849835	0,02284848
219	0,030335121	0,030334017
220	0,022612922	0,02261168
221	0,031418804	0,031417246
222	0,028095746	0,028094028
223	0,032722731	0,03272119
224	0,022612922	0,02261168
225	0,011593141	0,011592617
226	0,004243801	0,004243655
227	0,018255522	0,018254564
228	0,020801686	0,020800725
229	0,021080243	0,02107927
230	0,020301764	0,020300805
231	0,025811075	0,025809978
232	0,034004119	0,03400218
233	0,033970249	0,033968312
234	0,030280396	0,030278556
235	0,015843033	0,01584169
236	0,02064582	0,020644874
237	0,020710562	0,020709579
238	0,020581501	0,020580541
239	0,026148659	0,026147561
240	0,027278072	0,027276972
241	0,026955256	0,026954161
242	0,026033877	0,02603272

243	0,029189018	0,029187559
244	0,020215776	0,020214852
245	0,020553186	0,020552201
246	0,016792765	0,01679206
247	0,03124055	0,031236539
248	0,011591886	0,01159139
249	0,023095939	0,023094591
250	0,013946327	0,013944742
251	0,032386325	0,032384818
252	0,028753862	0,028752784
253	0,019353797	0,019353444
254	0,01183132	0,011830934
255	0,035633737	0,035632121
256	0,023312238	0,023310632
257	0,030578984	0,030577166
258	0,023298875	0,023297183
259	0,014930772	0,014930117
260	0,034568342	0,034566374
261	0,00814945	0,008149335
262	0,007101164	0,007100961
263	0,031954708	0,031953129
264	0,029824075	0,029822497
265	0,035408444	0,035406855
266	0,021960039	0,021958932
267	0,032299574	0,03229623
268	0,027995121	0,027993361
269	0,023038802	0,023037445
270	0,028351633	0,02834989
271	0,028753862	0,028752784
272	0,021029167	0,02102798
273	0,014930772	0,014930117
274	0,026480091	0,026478813
275	0,035408444	0,035406855
276	0,01673707	0,016736345
277	0,027995121	0,027993361
278	0,03398849	0,0339869
279	0,018884195	0,01888323
280	0,015278494	0,015277811
281	0,012487193	0,012486716
282	0,022166822	0,022165547
283	0,030388484	0,030386666

284	0,022695466	0,022693745
285	0,021285141	0,021284168
286	0,030940586	0,030939012
287	0,020440254	0,020439317
288	0,020440254	0,020439317
289	0,019916075	0,019915091
290	0,021163977	0,021163025
291	0,020403801	0,020402842
292	0,020403801	0,020402842
293	0,016480302	0,016479616
294	0,032687964	0,032686452
295	0,025516832	0,025515086
296	0,023162007	0,023160945
297	0,020992631	0,020991667
298	0,020925766	0,020924788
299	0,020992631	0,020991667
300	0,023541228	0,023539629
301	0,03124055	0,031236539
302	0,011591886	0,01159139
303	0,023095939	0,023094591
304	0,013946327	0,013944742
305	0,032386325	0,032384818
306	0,021285141	0,021284168
307	0,028753862	0,028752784
308	0,019353797	0,019353444
309	0,01183132	0,011830934
310	0,035633737	0,035632121
311	0,023312238	0,023310632
312	0,030578984	0,030577166
313	0,022695466	0,022693745
314	0,014930772	0,014930117
315	0,034568342	0,034566374
316	0,016480302	0,016479616
317	0,00814945	0,008149335
318	0,007101164	0,007100961
319	0,030940586	0,030939012
320	0,029824075	0,029822497
321	0,035408444	0,035406855
322	0,021960039	0,021958932
323	0,032299574	0,03229623
324	0,027995121	0,027993361

325	0,022166822	0,022165547
326	0,030388484	0,030386666
327	0,029983283	0,029982271
328	0,021029167	0,02102798
329	0,030282782	0,030281789
330	0,026480091	0,026478813
331	0,015278494	0,015277811
332	0,03398849	0,0339869
333	0,018884195	0,01888323
334	0,019916075	0,019915091
335	0,012487193	0,012486716
336	0,020440254	0,020439317
337	0,021163977	0,021163025
338	0,020403801	0,020402842
339	0,032687964	0,032686452
340	0,025516832	0,025515086
341	0,020925766	0,020924788
342	0,020992631	0,020991667
343	0,023541228	0,023539629
344	0,01673707	0,016736345
345	0,028775945	0,02877461
346	0,016640057	0,016639358
347	0,023298875	0,023297183
348	0,031954708	0,031953129
349	0,023038802	0,023037445
350	0,028351633	0,02834989
351	0,023162007	0,023160945
352	0,012857691	0,012855999
353	0,019138095	0,019136136
354	0,017306953	0,017306037
355	0,017306953	0,017306037
356	0	0
357	0,034507074	0,03450236
358	0	0
359	0	0
360	0	0
361	0,01556667	0,015565021
362	0	0
363	0	0
364	0	0
365	0	0

366	0,008856103	0,008854447
367	0,01020637	0,010204814
368	0,008856103	0,008854447
369	0,008856103	0,008854447
370	0,008856103	0,008854447
371	0,008856103	0,008854447
372	0,01020637	0,010204814
373	0,01020637	0,010204814
374	0,01020637	0,010204814
375	0,01020637	0,010204814
376	0,017357789	0,017355352
377	0,017357789	0,017355352
378	0,015165891	0,015165193
379	0	0
380	0	0
381	0,029486666	0,029484456
382	0	0
383	0	0
384	0	0
385	0	0
386	-0,011013327	-0,011014976
387	-0,001733326	-0,001733326
388	-0,001733326	-0,001733326
389	0,007885181	0,007883525
390	0,009449081	0,009447525
391	0,007885181	0,007883525
392	0,007885181	0,007883525
393	0,007885181	0,007883525
394	0,007885181	0,007883525
395	0,009449081	0,009447525
396	0,009449081	0,009447525
397	0,009449081	0,009447525
398	0,009449081	0,009447525
399	0,016837669	0,016835231
400	0,016837669	0,016835231
401	-0,005027882	-0,005030091
402	-0,054528911	-0,054528911

ANEXO III

MANUAL DE USUARIO

REQUERIMIENTOS

El programa está desarrollado en lenguaje computacional MATLAB 2014a. Para evitar cualquier inconveniente se recomienda utilizar la misma versión debido a que no todas las funciones utilizadas son contenidas en versiones menores. Además se tiene una plantilla en Excel necesaria para el ingreso de datos, se debe ingresar correctamente con el formato detallado en el capítulo 3.

INSTALACIÓN

Para instalar el programa se debe agregar la carpeta de la aplicación PFC al directorio de MATLAB. Se puede ingresar de dos maneras:

1. Añadir la carpeta PFC de la aplicación al *Set Path* para esto se deben seguir los siguientes pasos:
 - a. Abrir MATLAB
 - b. Click en Home / Set Path / Add with Subfolders
 - c. Seleccionar carpeta PFC

Al seguir los pasos como se muestra en la Figura A3.1 se agregará la carpeta.

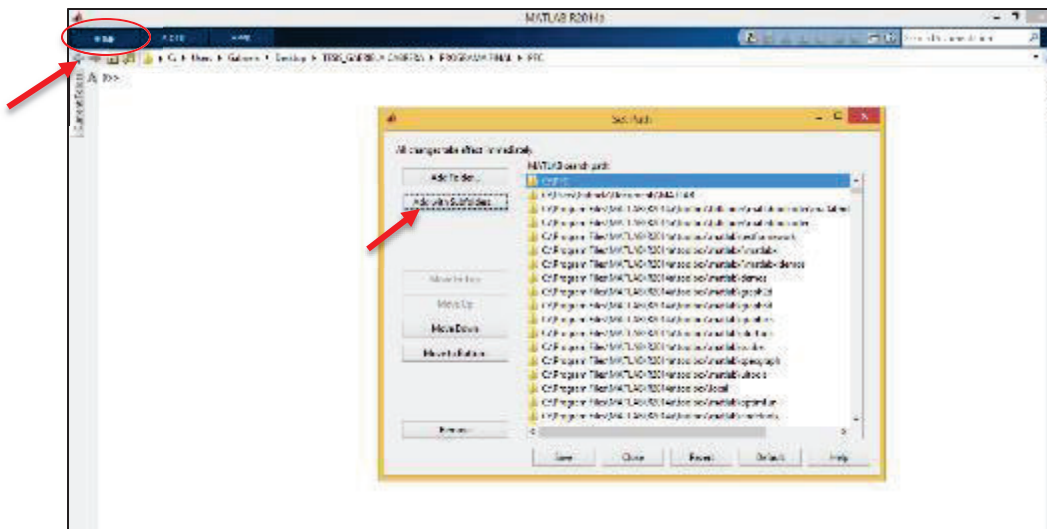


Figura A3.1. Proceso de instalación de la aplicación PFC

2. Se puede ingresar también por “Browse for folder” y seleccionar la carpeta PFC.

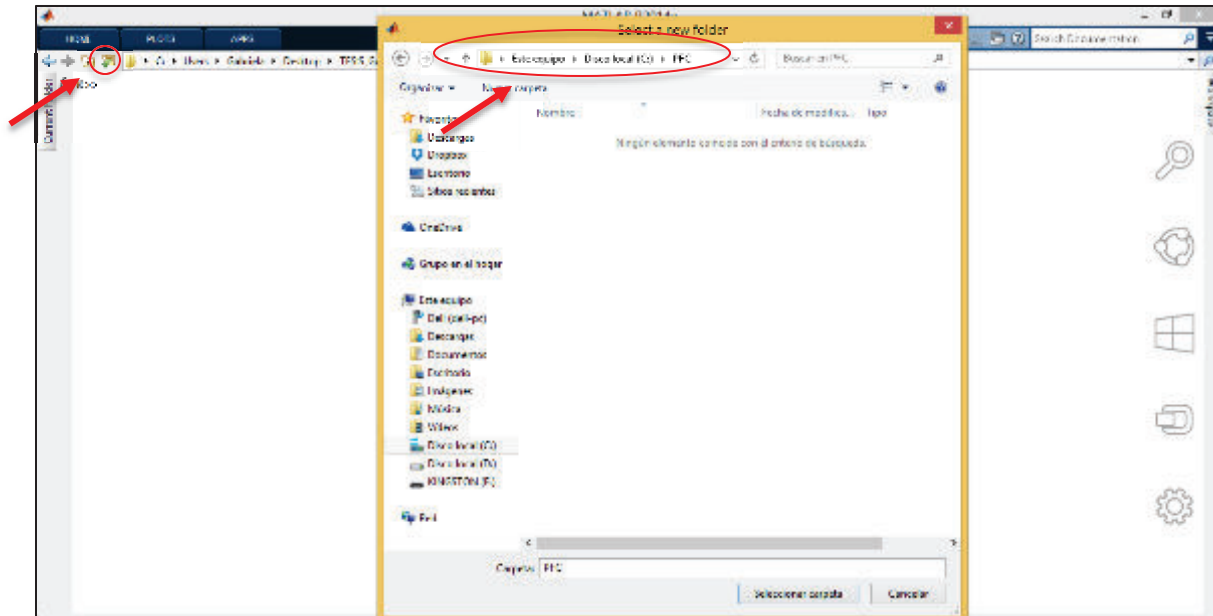


Figura A3.2. Proceso de instalación de la aplicación PFC

EJECUCIÓN

Para ejecutar la aplicación se debe escribir en el Comand Window de MATLAB:

```
>> [voltageBus,thetaBus,p,q,zMatrix,lambdaMatrix,textBus]= continuationPowerFlow();
```

Sin embargo antes de ingresar esta línea de código se debe verificar que en el script “*continuationPowerFlow*” como se muestra en la Figura A3.3 los siguientes datos:

1. En la línea de código 10 se debe ingresar el nombre del archivo a ejecutar en el formato de Excel requerido.

```
fileName='SNI_2014';
```

2. En la línea de código 19 el valor de la constante o valor del paso k. Un valor más pequeño traza una curva más delicada.

```
k=0.15;
```

3. En la línea de código 23 se debe ingresar:

- 0 si no se desea tomar en cuenta ningún límite de restricción de potencia de los generadores.
- 1 si se desea tomar en cuenta los límites de potencia.

```
flagLimit=1; %0 only PQ, 1 PQ y PV
```

4. En la línea de código 24 se debe ingresar el número de la barra de la cual se desea obtener la curva de capacidad del generador.

```
busCap=361;
```

```

1 function [voltageBus, thetaBus, p, q, zMatrix, lambdaMatrix, textBus]= continuationPowerFlow()
2 %% Adquisición de datos de excel
3 clear all
4 close all
5 clc
6 warning('off','all');
7
8 variables
9
10 fileName='SNI_2014_FINAL_19718CAUX';
11
12 [dataBus, textBus]=xlsread(fileName,'bus');
13 [dataBranch1, ~]=xlsread(fileName,'branch');
14 SBASE=100;
15 MAX_TOLERANCE=1e-6;
16 MAX_ITERATIONS=50;
17 tolerance=1;
18 nPoints=500;
19 k=0.15;
20 k0=k;
21 k1=k;
22 flagPvChange=0;
23 flagLimit=1; %0 only PQ, 1 PQ y PV
24 busCap=361;
25
26 indexPvAux=find(dataBus(:,23));
27 if numel(indexPvAux)~=0
28     textBusUpdated=[textBus(:,2):(strsplit(sprintf('AUX_B_%d ',indexPvAux)))]';
29     textBusUpdated=textBusUpdated(1:end-1,:);

```

Figura A3.3. Ventana principal de código de la aplicación PFC

Para obtener las gráficas de colapso de voltaje se debe escribir en el Comand Window de MATLAB:

```
>> plotCPF ( zMatrix, lambdaMatrix, textBus, [384])
```

En la matriz resaltada se debe ingresarlos números de las barras de las que quiere obtener las curvas PV.

Las figuras de curvas de capacidad y el punto de operación de los generadores en cada punto encontrado del flujo de potencia continuado se generan automáticamente mediante las líneas de código 232 a 238. Estas líneas deben estar activas.

```
plotCurveCap(voltageBus, busCap, pGenerated, qGenerated);
plot (qGenerated (busCap) *SBASE/sNominal (busCap), pGenerated (busCap)
*SBASE/sNominal (busCap), 'o');
pGenMatrix (busCap, :) =pGenMatrix (busCap, :) *SBASE/sNominal (busCap);
qGenMatrix (busCap, :) =qGenMatrix (busCap, :) *SBASE/sNominal (busCap);
plotCurveCap(voltageBus, busCap, pGenerated, qGenerated);
plot (qGenMatrix (busCap, :) , pGenMatrix (busCap, :) , 'o')
```

```

212
213 [jacobianMatrix, n, q]=jacobian (voltageBus, zbaseBus);
214 pGenerated (1,1)=p()+pLoad();
215 qGenerated (1,1)=q()+qLoad();
216
217 zMatrix=[zMatrix,voltageBus];
218 lambdaMatrix=[lambdaMatrix,lambda];
219 pGenMatrix=[pGenMatrix,pGenerated];
220 qGenMatrix=[qGenMatrix,qGenerated];
221
222 if lambda==0
223     if counterPoints>=5
224         break
225     end
226 end
227 counterPoints=counterPoints+1;
228
229 figure(1)
230 hold on
231 plot (lambdaMatrix,zMatrix(9,1),'r');
232 plot (lambdaMatrix,zMatrix(6,1),'b');
233 plotCurveCap (voltageBus, busCap, pGenerated, qGenerated);
234 plot (qGenerated (busCap) *SBASE/sNominal (busCap), pGenerated (busCap) *SBASE/sNominal (busCap), 'o');
235
236 pGenMatrix (busCap, :) =pGenMatrix (busCap, :) *SBASE/sNominal (busCap);
237 qGenMatrix (busCap, :) =qGenMatrix (busCap, :) *SBASE/sNominal (busCap);
238 plotCurveCap (voltageBus, busCap, pGenerated, qGenerated);
239 plot (qGenMatrix (busCap, :) , pGenMatrix (busCap, :) , 'o')
240 end
  
```

Figura A3.4. Ventana principal de código de la aplicación PFC