

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
QUITO - ECUADOR

REDES EQUIVALENTES DE
SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA
PARA ESTUDIOS DE FLUJOS DE CARGA
Y ANALISIS DE CONTINGENCIAS

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICO
EN LA ESPECIALIDAD DE POTENCIA


DIEGO SANTOLIVA AGUIRRE

MAYO DE 1983



C E R T I F I C A C I O N

CERTIFICO QUE EL SEÑOR DIEGO SANTOLIVA
ACUIRRE, HA DESARROLLADO INTEGRAMENTE
LA PRESENTE TESIS DE GRADO, PARA LA
OBTENCION DEL TITULO DE INCENIERO
ELECTRICO



ING. JOSE BARRAGAN
DIRECTOR DE TESIS

A G R A D E C I M I E N T O

QUIERO EXPRESAR MI AGRADECIMIENTO PARA EL INGENIERO JOSE BARRAGAN, QUIEN ESTUVO A CARGO DE LA DIRECCION DE ESTE TRABAJO, A LOS INGENIEROS DEL CENTRO DE CONTROL DE ENERGIA DE INECEL, AL PERSONAL DEL CENTRO DE COMPUTO DE INECEL, Y A TODOS QUIENES HICIERON POSIBLE LA CULMINACION DE ESTA TESIS

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES Y A MI ESPOSA, QUIENES
HAN SIDO LA BASE FUNDAMENTAL PARA LA
CULMINACION DE MI CARRERA PROFESIONAL

I N D I C E

REDES EQUIVALENTES DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA PARA ESTUDIOS DE FLUJOS DE CARGA Y ANALISIS DE CONTINGENCIAS

C A P I T U L O I

1.	INTRODUCCION	1
1.1	Pasos generales a seguirse para la obtención de los circuitos equivalentes	3
1.2	Resumen preliminar de los métodos o modelos de equivalentes utilizados	4
1.2.1	Breve descripción del equivalente Ward	5
1.2.2	Breve descripción del equivalente Ward con zona de amortiguación	6
1.2.3	Breve descripción del equivalente Ward extendido	7
1.2.4	Breve descripción del equivalente Radial Independiente (R.E.I.)	8
1.3	Alcance del trabajo	9

C A P I T U L O I I

2.	PLANTEAMIENTO DE LOS CIRCUITOS EQUIVALENTES EN SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA PARA ESTUDIOS DE FLUJOS DE CARGA Y ANALISIS DE CONTINGENCIAS	11
2.1	Descripción nomenclatura y definiciones de los parámetros utilizados y de las ecuaciones nodales	12
2.1.1	Definiciones utilizadas	15
2.2	Análisis matemático de las ecuaciones nodales	16
2.3	Reducción del sistema eléctrico de potencia	18

C A P I T U L O I I I

3.	MODELOS DE CIRCUITOS EQUIVALENTES PARA SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA PARA ESTUDIOS DE FLUJOS DE CARGA Y ANALISIS DE CONTINGENCIAS	21
3.1	Equivalentes pasivos	21
3.1.1	Con un solo enlace entre el área de interés y el área externa	21
3.1.2	Con varios enlaces entre el sistema interno y el sistema externo	23
3.2	Equivalentes activos	26
3.3	Equivalente Ward	26
3.3.1	Método de admitancias de Ward	27
3.3.2	Método de inyecciones de Ward	30
3.4	Equivalente Ward con zona de amortiguación o zona Buffer	33
3.4.1	Localización del sistema amortiguador	34
3.5	Equivalente Ward Extendido	
3.5.1	Obtención del equivalente Ward extendido	39
3.5.2	Aproximaciones que se puede realizar en el Equivalente Ward Extendido	43
3.6	Equivalente Radial Independiente R.E.I.	44
3.6.1	Construcción del equivalente REI	46
3.6.2	Sugerencias para optimizar el Equivalente REI	52
3.6.3	Límites en las barras REI P.V.	55

C A P I T U L O I V

4.	PROGRAMAS DIGITALES PARA LA REDUCCION DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA	56
4.1	Programa digital para la obtención de redes equivalentes de sistemas eléctricos de potencia para estudios de flujos de carga y análisis de contingencias	57
4.1.1	Resultados del programa para el ejemplo del sistema nacional interconectado	73
4.2	Programa digital para cálculo de mallas REI de un sistema eléctrico de potencia	74
4.2.1	Resultados del programa para el ejemplo del sistema nacional interconectado	83

C A P I T U L O V

5.	EJEMPLOS REALIZADOS, COMPARACION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	86
5.1	Descripción detallada del ejemplo de aplicación	87
5.2	Comparación y análisis de resultados	87
5.3	Conclusiones	94

A N E X O I

	FLUJOS DE CARGA DE LOS EJEMPLOS REALIZADOS Y SUS RESPECTIVAS CONTINGENCIAS	108
1	Contingencias realizadas en el S.N.I.	108
2	Cuadros de flujos de carga y voltaje de los diferentes modelos de equivalentes aplicados al S.N.I.	109

A N E X O I I

MANUAL DE USO DE LOS PROGRAMAS DIGITALES	185
1 Manual de uso del programa para obtención de redes equivalentes de sistemas eléctricos de potencia (SEP) para estudios de flujos de carga y análisis de contingencias	185
I Objetivo	185
II Método de solución	185
III Descripción del programa	185
IV Nomenclatura de variables de entrada	187
V Pasos a seguirse para poder proporcionar los parámetros y datos al programa	190
VI Forma de proporcionar los datos y parámetros al programa	192
VII Variables de salida	194
VIII Forma de utilizar el programa para obtener los diferentes modelos de equivalentes	195
IX Forma de utilizar los resultados de los modelos como datos en un programa de flujos de carga	198
X Restricciones	200
XI Ejemplos	201
2 Manual de uso del programa para calcular los parámetros de una red REI, de un SEP necesarios para la obtención del equivalente REI	204
I Objetivo	204
II Método de solución	204
III Descripción del programa	204
IV Nomenclatura de las variables de entrada	205
V Pasos a seguirse para poder proporcionar los parámetros y datos al programa	206
VI Forma de proporcionar los parámetros y datos al programa	207
VII Variables de salida	207
VIII Forma de utilizar los resultados como datos del programa de redes equivalentes	208
IX Restricciones	208
X Ejemplos	208

C A P I T U L O I

1. INTRODUCCION

El tamaño y complejidad de los actuales Sistemas Eléctricos de Potencia así como sus interconexiones, complica el análisis de mallas, esto demanda un gran número de casos de estudio de flujos de carga y de contingencias para asegurar el suministro eléctrico manteniendo voltajes adecuados sin sobrecarga de equipos.

Un equivalente en estos casos es una representación reducida de un Sistema Eléctrico de Potencia para ser usado en análisis del sistema en estado estable.

El equivalente divide al Sistema Eléctrico de Potencia Total en subsistemas los cuales se manejan separadamente tomando en cuenta el efecto aproximado de cada subsistema sobre los demás. Es decir el equivalente tiende a aislar el área en estudio del resto del sistema y encontrar una representación confiable de los subsistemas vecinos.

En estudios en estado estable del Sistema Eléctrico de Potencia, tal como en análisis de contingencias y flujos de potencia, es práctico el uso de equivalentes para analizar las condiciones del sistema total utilizando solamente el área de interés y la reducción de los sistemas vecinos, esperando obtener con una precisión adecuada los resultados cuando se los compara con los resultados del sistema total.

Los equivalentes en estado estable son de gran importancia y utilidad para el estudio de las características estáticas de un sistema de potencia, cuando la capacidad de la computadora es limitada o el tiempo de solución debe ser disminuido. También son de mucha utilidad cuando hay interés de estudiar solo una parte del sistema.

En resumen se podría indicar los justificativos más importantes para aplicar las técnicas de equivalentes en los estudios de un Sistema Eléctrico de Potencia.

- 1) Costosa repetición de procesamiento de datos y computación asociada.
- 2) Costos excesivos de capital asociado con instalaciones computacionales capaces de procesar grandes redes de Potencia.
- 3) Al reducirse el sistema, el requerimiento de memoria necesaria para procesar y almacenar será mucho menor, lo que implica un tiempo de ejecución del flujo de carga también mucho menor.
- 4) Se necesitará un computador más pequeño, trayendo consigo los beneficios colaterales de espacio físico y precio.
- 5) Con un sistema reducido la facilidad para el procesamiento de resultados es mucho mayor.

Los equivalentes en estado estable constituyen una herramienta muy útil e importante para operación y planificación de sistemas eléctricos y han sido guiados en este trabajo para ser aplicados en estudios de flujos de carga y análisis de contingencias.

En análisis de seguridad en estado estable, el objetivo operacional del equivalente es la capacidad para simular las condiciones del sistema total dentro del área de interés a medida que se mantiene la precisión en los resultados dentro de límites aceptables cuando:

- a) Existe fallas locales en el área de interés, tales como salidas de equipos, líneas.
- b) Cambios en las condiciones de operación tales como niveles de generación y/o carga ocurren en el sistema.

1.1 Pasos Generales a seguirse para la obtención de los circuitos Equivalentes

Los diferentes métodos de equivalentes usados en este trabajo, consideran tres aspectos básicos y diferentes, hasta llegar al modelo final con el que se pueda obtener una representación confiable del Sistema Eléctrico de Potencia Total, estos aspectos se los estudia separadamente y son:

- a) Fase de Diseño: Enfoca el escogitamiento de las barras de los sistemas vecinos que deben ser retenidas en la representación del equivalente.

- b) Fase de Reducción: Encuentra la malla equivalente una vez dado el conjunto de barras retenidas, la reducción se realiza por los métodos analíticos descritos en los capítulos siguientes.
- c) Fase de Operación: Ajuste del equivalente para que pueda usarse bajo condiciones variables de operación.

Con el cumplimiento de estos requisitos el equivalente se convierte en una herramienta útil y necesaria lo suficientemente precisa para un análisis de flujos de potencia y de contingencias del área de interés.

1.2 Resumen Preliminar de los Métodos o Modelos de Equivalentes Utilizados

Los métodos utilizados y estudiados en este trabajo, de simplificación de mallas, para obtener simples circuitos equivalentes los cuales reproduzcan con razonable precisión el funcionamiento terminal del actual sistema son los siguientes:

- a) Equivalente Ward (Ward Simple)
- b) Equivalente Ward con zona de amortiguación
- c) Equivalente Ward Extendido
- d) Equivalente Radial Independiente (R.E.I.)

Cualquiera de estos métodos permite que una extensa malla de potencia conteniendo numerosas

nentes de la malla reducida se realizará posteriormente en forma detallada en el Capítulo II).

El área de interés conserva todas las características originales.

En el sistema frontera se obtiene una malla reducida equivalente.

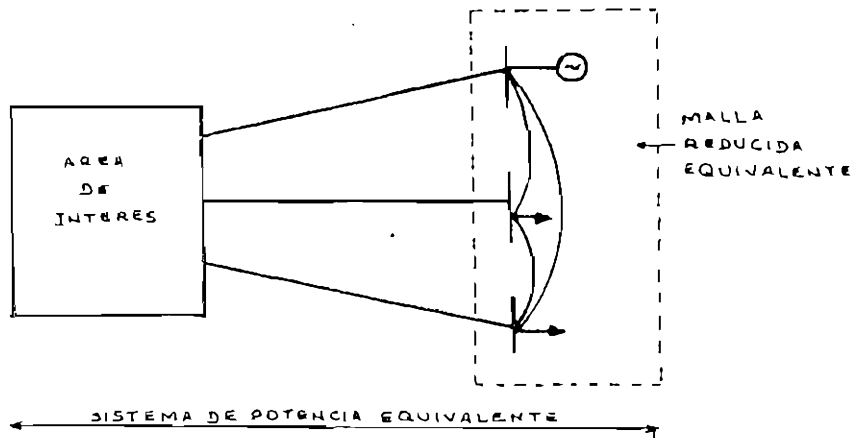


FIG. 1.2.1.a. EQUIVALENTE WARD SIMPLE

1.2.2 Breve descripción del Equivalente Ward con Zona de Amortiguación [2,4,13,18,19]

Basado también en la representación de corriente constante de las inyecciones netas de barra, el sistema se considera como un sistema lineal. En este equivalente no se elimina todas las barras del sistema externo, se deja aquellas barras de generación las cuales son capaces de producir un buen soporte de potencia reactiva cuando sea requerida, las barras que conservamos del sistema externo

son las que van a formar la zona de amortiguación, la reducción de la malla es similar al Ward Simple.

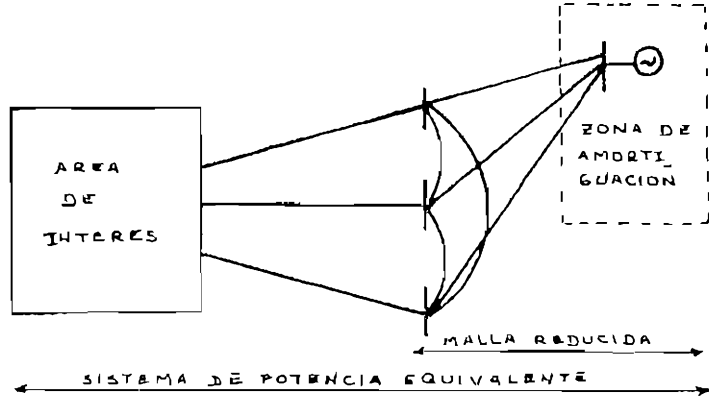


FIG 1.2.2. EQUIVALENTE WARD CON AMORTIGUACION

1.2.3 Breve descripción del Equivalente Ward Extendido [4,7,10,13,18,19]

Esta técnica de equivalente desarrollada originalmente para aplicaciones de tiempo real, aunque es completamente válido para condiciones en estado estable. Considera una forma diferente de proporcionar un buen soporte de potencia reactiva, esto implica la creación de un nuevo número de generadores (barras de tensión controlada) igual al número de barras frontera de carga, este conjunto de generadores ficticios creados están conectados a cada barra frontera de carga a través de impedancias también ficticias, de tal forma que no afecte la solución del flujo de carga del caso base del Sistema. Los nuevos generadores no producen nada de potencia activa, pero son capaces de producir potencia reactiva cuando el sistema interno así lo requiera.

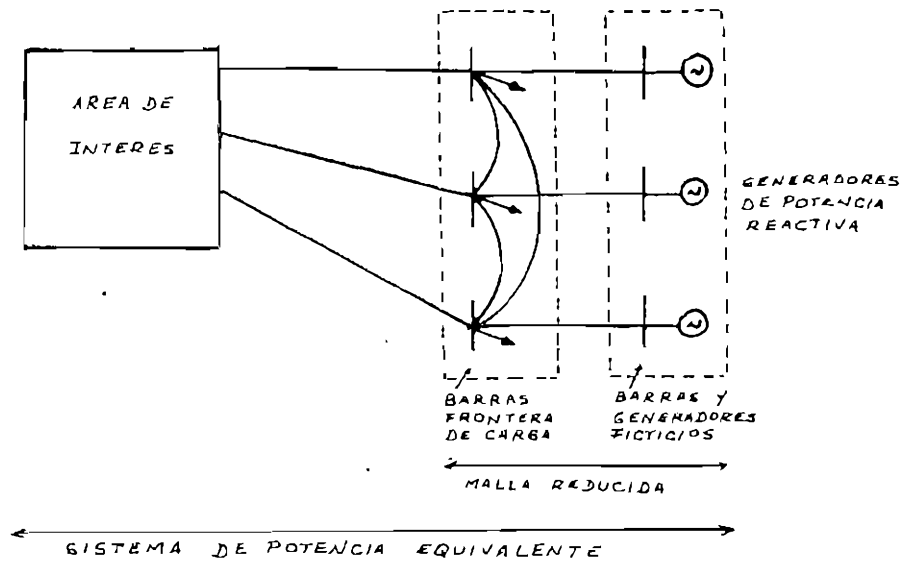


FIG 1.2.3. EQUIVALENTE WARD EXTENDIDO

1.2.4 Breve descripción del Equivalente Radial Independiente (R.E.I.)
[3,4,6,10,11,13,18,19,20]

En este caso el Sistema Externo es transformado en una red pasiva, pero agregando toda la generación del sistema externo en una nueva barra ficticia, y toda la carga del sistema externo en otra nueva barra ficticia, llegando así a tener el resto del sistema externo como una red pasiva. Este método es completamente válido tanto para condiciones en estado estable como en tiempo real. Las nuevas barras se las considera como barras frontera.

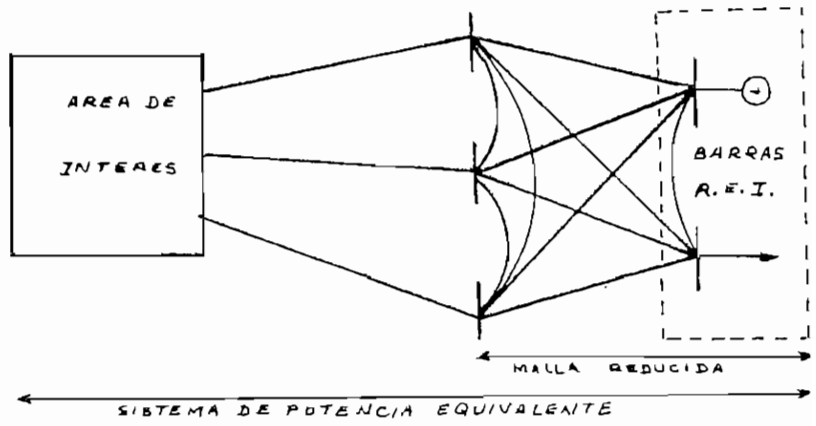


FIG. 1.2.4. EQUIVALENTE R.E.I.

1.3 Alcance del Trabajo

Los objetivos de este trabajo son:

- 1) Dar un enfoque claro y conciso de las principales técnicas de equivalencia, su aplicación y utilidad en Sistemas Eléctricos de Potencia.
- 2) Desarrollar programas digitales para la obtención de redes equivalentes de Sistemas Eléctricos de Potencia, cuyos resultados se utilizarán para estudios de flujos de carga y análisis de contingencias.
- 3) Utilizando las diferentes técnicas presentadas en este trabajo reducir varios sistemas mediante los programas digitales desarrollados.
- 4) Verificar la validez de los resultados.
- 5) Recomendar la técnica de equivalencia más apropiada para los sistemas utilizados,

C A P I T U L O I I

2. PLANTEAMIENTO DE LOS CIRCUITOS EQUIVALENTES EN SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA PARA ESTUDIOS DE FLUJOS DE CARGA Y ANALISIS DE CONTINGENCIAS

Los circuitos equivalentes de Sistemas Eléctricos de Potencia para estudios de flujos de carga y análisis de contingencias, puede ser formalmente establecido como sigue: Dado un flujo de carga resuelto de un Sistema Eléctrico de Potencia interconectado S.E.P. y un área o sistema de interés S.I. dentro de S.E.P. encontrar un nuevo modelo S.E.E. (Sistema Eléctrico Equivalente) que tiene un número bastante menor de ramas y barras.

S.E.E debe ser tal que los cambios de condiciones de operación dentro de S.I. den resultados de S.E.E. que estén próximos a los resultados de S.E.P.

Si $S.E. = S.E.P. - S.I. - S.F.$ S.E. Sistema externo
S.F. Sistema frontera

Entonces esquemáticamente el problema de los equivalentes en estado estable es mostrado en la Figura

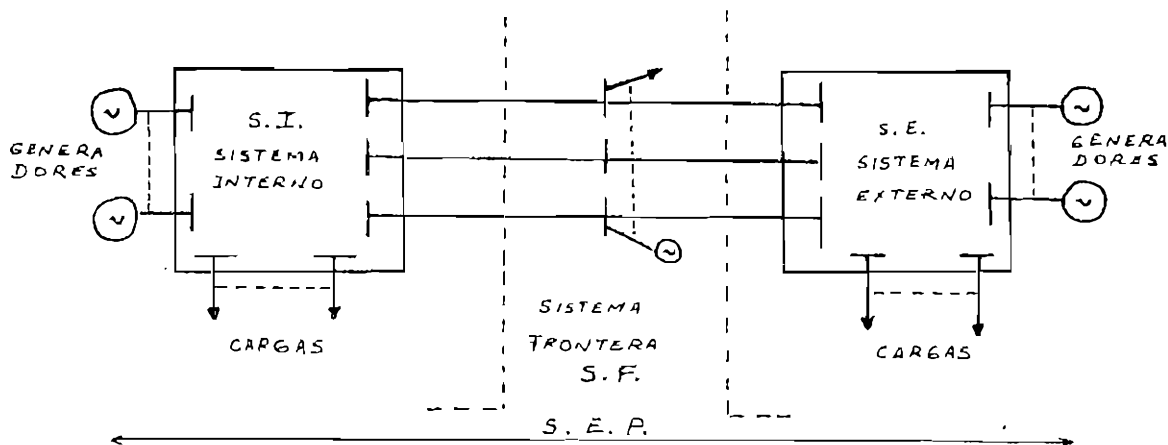


FIG: 2.1 ESQUEMA DETALLADO DE UN SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA TOTAL

Si S.E.P. fuera un sistema lineal, entonces el problema presentado sería exactamente resuelto, por la manipulación de la matriz admitancia de barra, es decir descrito por un conjunto de ecuaciones lineales, tema que más adelante trataremos en este capítulo.

2.1 Descripción Nomenclatura y Definiciones de los Parámetros Utilizados y de las Ecuaciones Nodales

$$[I \text{ bus}] = [Y \text{ bus}] [E \text{ bus}] \quad (2.1)$$

[I bus] Vector de corrientes de barra del sistema total o corrientes netas inyectadas de orden $N \times 1$

[E bus] Vector de voltaje de barra del sistema total de orden $N \times 1$

[Y bus] Matriz admitancia de barra del sistema total de orden $N \times N$

N Número de barras del sistema total

El sistema eléctrico de potencia total lo dividimos en 3 zonas como se observa en la Fig. 2.1.

S.E.P.	SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA TOTAL	1....n barras
S.I.	SISTEMA INTERNO	1....p barras
S.F.	SISTEMA FRONTERA	q....m barras
	(q=p+1)	
S.E.	SISTEMA EXTERNO	s....n barras
	(s=m+1)	

La ecuación nodal podemos reescribirla como sigue:

$$\begin{array}{l}
 \text{SISTEMA INTERNO} \leftarrow \\
 \text{SISTEMA FRONTERA} \leftarrow \\
 \text{SISTEMA EXTERNO} \leftarrow
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline I_i \\
 \hline I_b \\
 \hline I_e \\
 \hline
 \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|c|c|}
 \hline Y_{ii} & Y_{ib} & Y_{ie} \\
 \hline Y_{bi} & Y_{bb} & Y_{be} \\
 \hline Y_{ei} & Y_{eb} & Y_{ee} \\
 \hline
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline E_i \\
 \hline E_b \\
 \hline E_e \\
 \hline
 \end{array}
 \quad (2.2)$$

Las matrices $[Y_{ie}]$ y $[Y_{ei}]$ son nulas ya que nunca existen conexiones entre el sistema interno y el sistema externo ya que las conexiones pasan siempre por el sistema frontera.

La ecuación nodal queda como sigue:

$$\begin{array}{|c|}
 \hline I_i \\
 \hline I_b \\
 \hline I_e \\
 \hline
 \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|c|c|}
 \hline Y_{ii} & Y_{ib} & 0 \\
 \hline Y_{bi} & Y_{bb} & Y_{be} \\
 \hline 0 & Y_{eb} & Y_{ee} \\
 \hline
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline E_i \\
 \hline E_b \\
 \hline E_e \\
 \hline
 \end{array}
 \quad (2.3)$$

Desarrollando la ecuación:

$$\begin{array}{|c|}
 \hline I_1 \\
 \hline \vdots \\
 \hline I_p \\
 \hline I_q \\
 \hline \vdots \\
 \hline I_n \\
 \hline I_s \\
 \hline \vdots \\
 \hline I_n \\
 \hline
 \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|c|c|}
 \hline Y_{11} & \dots & Y_{1p} & Y_{1q} & \dots & Y_{1m} & Y_{1s} & \dots & Y_{1n} \\
 \hline \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\
 \hline Y_{p1} & \dots & Y_{pp} & Y_{pq} & \dots & Y_{pm} & Y_{ps} & \dots & Y_{pn} \\
 \hline Y_{q1} & \dots & Y_{qp} & Y_{qq} & \dots & Y_{qm} & Y_{qs} & \dots & Y_{qn} \\
 \hline \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\
 \hline Y_{n1} & \dots & Y_{np} & Y_{nq} & \dots & Y_{nm} & Y_{ns} & \dots & Y_{nn} \\
 \hline Y_{s1} & \dots & Y_{sp} & Y_{sq} & \dots & Y_{sm} & Y_{ss} & \dots & Y_{sn} \\
 \hline \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\
 \hline Y_{n1} & \dots & Y_{np} & Y_{nq} & \dots & Y_{nm} & Y_{ns} & \dots & Y_{nn} \\
 \hline
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline E_1 \\
 \hline \vdots \\
 \hline E_p \\
 \hline E_q \\
 \hline \vdots \\
 \hline E_m \\
 \hline E_s \\
 \hline \vdots \\
 \hline E_n \\
 \hline
 \end{array}
 \quad (2.4)$$

- [Ii] : Vector de corrientes netas inyectadas a las barras del sistema interno de orden $p \times 1$
- [Ib] : Vector de corrientes netas inyectadas a las barras del sistema frontera de orden $(m-p) \times 1$
- [Ie] : Vector de corrientes netas inyectadas a las barras del sistema externo de orden $(n-m) \times 1$
- [Ei] : Vector de voltajes nodales del sistema interno de orden $p \times 1$
- [Eb] : Vector de voltajes nodales del sistema frontera de orden $(m-p) \times 1$
- [Ee] : Vector de voltajes nodales del sistema externo de orden $(n-m) \times 1$
- [Yii] : Matriz admitancia de barra del sistema interno de orden $p \times p$
- [Yib] y [Ybi] : Matrices de admitancia de transferencia entre el sistema interno y el sistema frontera
- [Yib] de orden $p \times (m-p)$
[Ybi] de orden $(m-p) \times p$
- [Ybb] : Matriz admitancia de barras del sistema frontera de orden $(m-p) \times (m-p)$
- [Ybe] y [Yeb] : Matrices de admitancia de transferencia entre el sistema frontera y el sistema externo

[Ybe] de orden $(m-p)*(n-m)$

[Yeb] de orden $(n-m)*(m-p)$

[Yee] : Matriz admitancia de barra del sistema
externo de orden $(n-m)*(n-m)$

2.1.1 Definiciones utilizadas

Sistema Interno: Area de interés del sistema de potencia.

Sistema Externo: Area a ser reducida del sistema de potencia.

Sistema Frontera: Area de conexión entre el sistema interno y externo donde va conectada la malla equivalente.

Sistema Reducido: Compuesto por el sistema interno y la malla equivalente del sistema externo en los nodos frontera.

Sistema Lejano: Parte del sistema externo que se espera no afecte ni sea afectado por la variación de las condiciones del sistema interno.

Sistema Amortiguado: Parte del sistema externo que se retiene como parte del sistema frontera.

Nodos Eliminados: Nodos no retenidos en el Sistema reducido.

Nodos de Frontera: Nodos retenidos conectados por lo menos con un nodo eliminado.

Nodos Internos: Nodo retenido conectado tan solo a otros nodos retenidos.

Conjunto de Corte: Conjunto de ramas con la propiedad de que su separación divide al sistema en dos componentes diferentes. Si se llama a estas A y B, el conjunto de corte se denominará conjunto de corte del sistema A-B.

2.2 Análisis Matemático de las Ecuaciones Nodales

De la ecuación de equilibrio de redes (2.3)

$$[I_i] = [Y_{ii}] [E_i] + [Y_{ib}] [E_b] \quad (2.3.1)$$

$$[I_b] = [Y_{bi}] [E_i] + [Y_{bb}] [E_b] + [Y_{be}] [E_e] \quad (2.3.2)$$

$$[I_e] = [Y_{eb}] [E_b] + [Y_{ee}] [E_e] \quad (2.3.3)$$

Donde de (2.3.3)

$$[E_e] = [Y_{ee}]^{-1} \left\{ [I_e] - [Y_{eb}] [E_b] \right\}$$

Reemplazando en (2.3.2)

$$\begin{aligned}
 [I_b] &= [Y_{bi}] [E_i] + [Y_{bb}] [E_b] + [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} \left\{ [I_e] - [Y_{eb}] [E_b] \right\} \\
 [I_b] &= [Y_{bi}] [E_i] + \left\{ [Y_{bb}] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [Y_{eb}] \right\} [E_b] + [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [I_e] \\
 \underbrace{[I_b] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [I_e]}_{[I'_{b}]} &= [Y_{bi}] [E_i] + \underbrace{\left\{ [Y_{bb}] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [Y_{eb}] \right\}}_{[Y'_{bb}]} [E_b]
 \end{aligned}$$

$$[I_{eq}] = [I'_{b}] = [I_b] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [I_e] \quad (2.3.4)$$

$$[Y_{eq}] = [Y'_{bb}] = [Y_{bb}] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [Y_{eb}] \quad (2.3.5)$$

Quedando (2.3.2) como sigue

$$[Ib'] = [Ybi][Ei] + [Y'bb][Eb] \quad (2.3.6)$$

El sistema de ecuaciones (2.3) se convierte en:

$$\begin{array}{l}
 \text{SISTEMA} \\
 \text{INTERNO} \leftarrow \\
 \text{SISTEMA} \\
 \text{FRONTERA} \leftarrow
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 I_i \\
 \hline
 \\
 \hline
 I'_b \\
 \hline
 \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|c|c|}
 \hline
 Y_{ii} & Y_{ib} & E_i \\
 \hline
 Y_{bi} & Y'_{bb} & E_b \\
 \hline
 \end{array}
 \quad (2.5)$$

Recordando la definición de S.E.E y observando la igualdad 2.5 que es una descripción del sistema equivalente en el que contiene el mismo número de barras que S.I. más las barras frontera. Si en un estudio de contingencias ocurre un cambio cualquiera en S.I. la solución de S.E.E. debe ser exacta a la solución de S.E.P. ya que S.E. no cambia cuando S.I. cambia, esto no se mantiene siempre en sistemas de ecuaciones no lineales, y como las ecuaciones que gobiernan al sistema de Potencia en estado estable son no lineales, nos lleva a tener diferencias entre las soluciones de S.E.P. y S.E.E.

A primera vista parece que no hay modo de conseguir un sistema más pequeño S.E.E. para funcionar como el sistema original S.E.P. cuando cambia S.I., en verdad no hay un camino analítico exacto que de un sistema S.E.E. el cual produzca la misma contestación que S.E.P. para cualquier cambio concebible en S.I., sin embar-

go los métodos analíticos descritos anteriormente son capaces de conseguir y producir un S.E.E el cual da una contestación satisfactoria muy cercana a la de S.E.P. para un conjunto de cambios razonables en S.I., esto se podrá verificar con los resultados a obtenerse en este trabajo en el computador, utilizando los modelos, descritos anteriormente.

2.3 Reducción del Sistema Eléctrico de Potencia

Con las ecuaciones anteriores y con su manipulación vemos que el sistema de potencia S.E.P. de n barras se reduce a un sistema S.E.E. de m barras, siendo $m < n$.

S.E.E es similar en número de barras que S.I. + S.F. pero su configuración no es igual en las barras frontera ya que como vimos en 2.2 obtuvimos $[Y'_{bb}]$ que es una matriz equivalente de admitancia de las barras frontera. Es decir la topología del sistema reducido cambia en las barras frontera.

En S.F. también va a existir cambios tanto en carga como en generación ya que $[I'_{b}]$ es un vector equivalente de corrientes (es decir de potencias equivalentes).

Para mayor entendimiento de todo lo expresado anteriormente en este punto lo podemos ver esquemáticamente en un sistema figurativo.

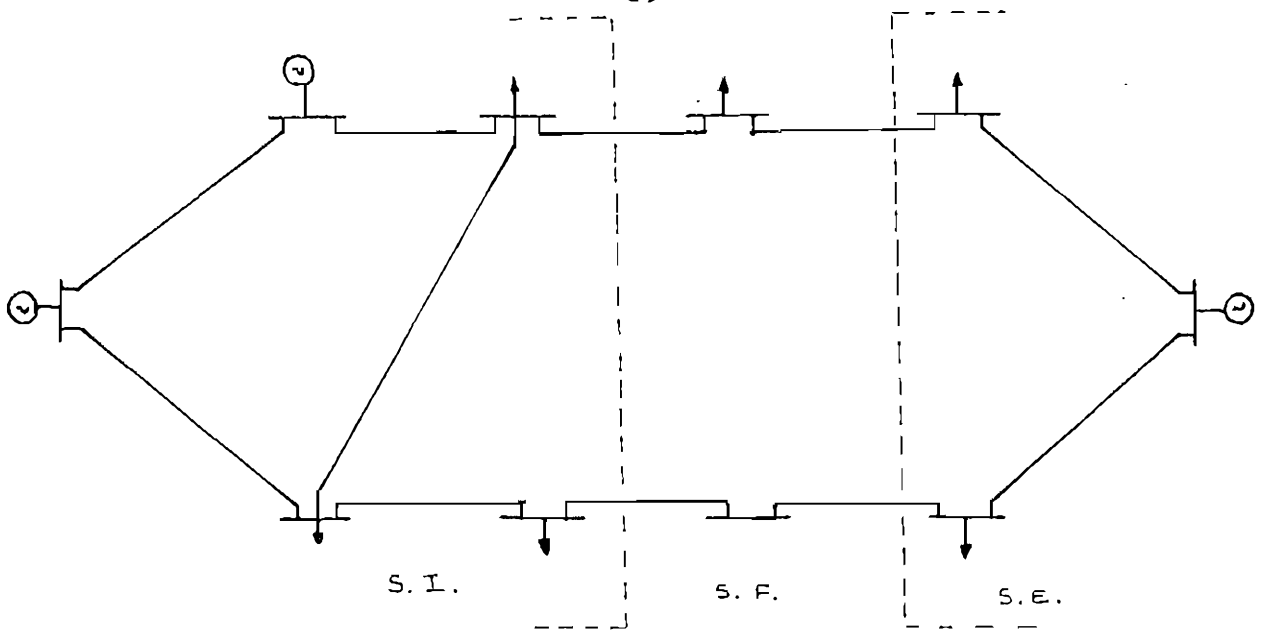


Fig. 2.2
Esquema de un sistema de potencia figurativo

Cuya ecuación de equilibrio es 2.3 y que al hacer el análisis matemático se reduce a la ecuación 2.5.

Donde una de las posibilidades de configuración de S.E.E. podría ser:

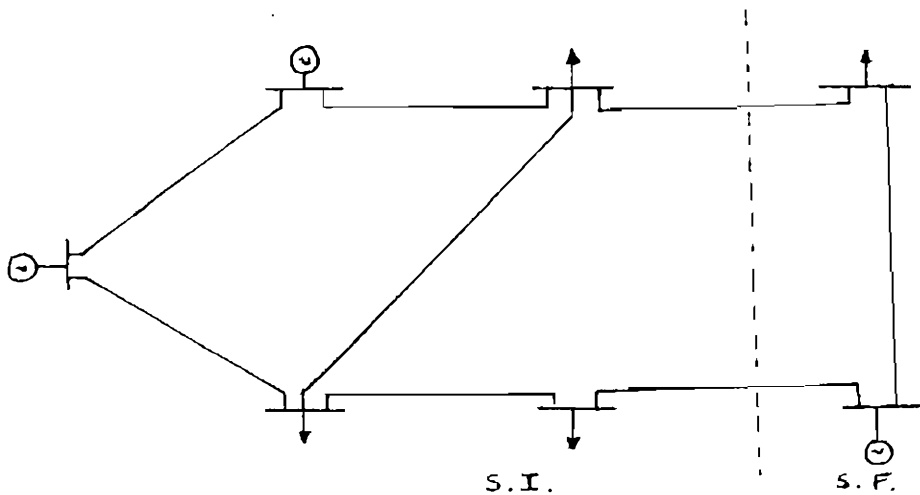


Fig. 2.3.a
Esquema reducido del sistema de potencia figurativo

En nuestro ejemplo figurativo el cambio podría darse también como:

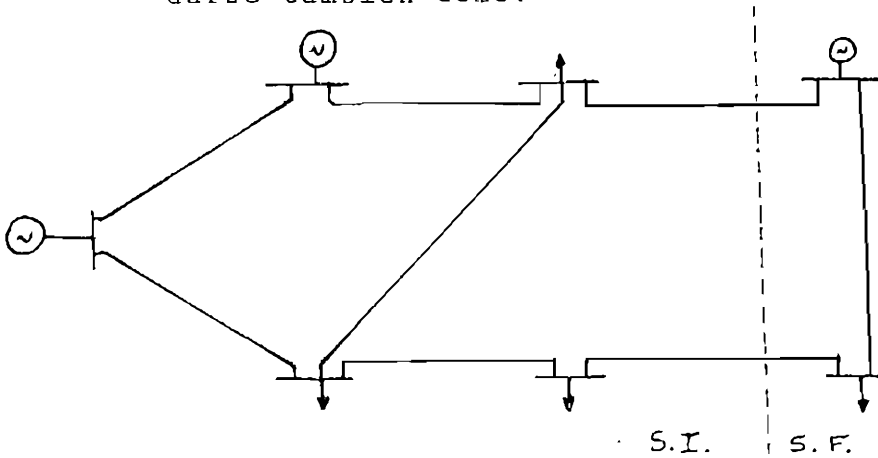


Fig. 2.3.b
Esquema reducido del sistema de potencia figurativo

Como vemos S.F. sufre cambios en su topología los cambios verdaderos los obtenemos de $[Lb']$ y de $[Y'bb]$, esto lo podemos verificar y confirmar posteriormente con los ejemplos a ser realizados en este trabajo, en los capítulos siguientes.

C A P I T U L O I I I

3. MODELOS DE CIRCUITOS EQUIVALENTES PARA SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA PARA ESTUDIOS DE FLUJOS DE CARGA Y ANALISIS DE CONTINGENCIAS

Los equivalenteutes tienen gran utilidad cuando es de interés estudiar solo una parte de un Sistema de Potencia, los cambios en las condiciones operativas del sistema externo afectan al sistema interno, y un buen equivalente debe reflejar estos cambios en las barras frontera, además el equivalente debe ser lo suficientemente bueno para un amplio margen de condiciones operativas del sistema total.

Una comprensiva aproximación del problema de equivalencia se da a conocer aquí mediante los diferentes métodos utilizados en el trabajo.

3.1 Equivalentes Pasivos [19]

Consideramos por el momento el caso más simple en el que el sistema externo o sistema a ser reducido, no contiene elementos activos o sea generación y/o carga.

3.1.1 Con un solo enlace entre el área de interés y el área externa

S.I. Sistema interno 1, ..., p barras

S.E. Sistema externo q+1, ..., n barras

q = barra frontera

q = p+1

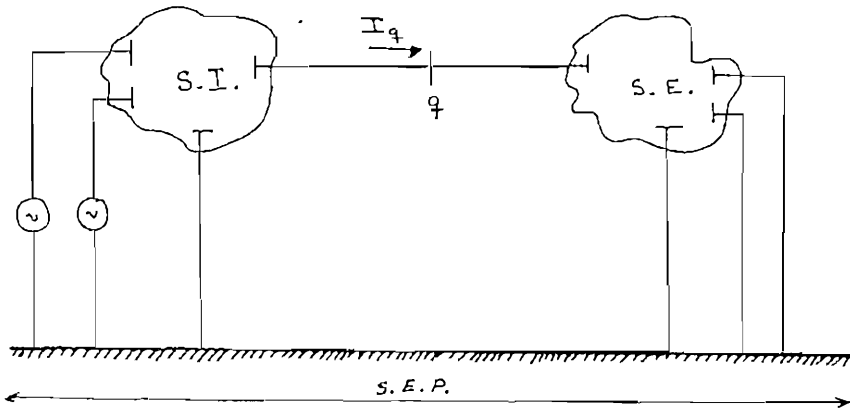


Fig. 3.1.1.(a)
Esquema de un sistema de potencia con un solo enlace entre S.I. y S.E.

Partiendo de la ecuación (2.1) $[I_b] = [Y_b][E_b]$

$$[E_b] = [Z_b][I_b] \quad (3.1.a)$$

El sistema exterior de la figura anterior es similar a:

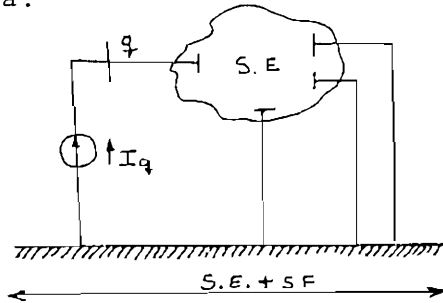


Fig. 3.1.1.(b)
Esquema del sistema externo + barra frontera con una sola inyección neta (en la barra q frontera)

Por tanto la ecuación de equilibrio del sistema externo + barra frontera, donde únicamente existe la inyección I_q que proviene del sistema interno es:

$$\begin{bmatrix} E_q \\ E_{q+1} \\ \vdots \\ E_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{qq} & Z_{q,q+1} & \dots & Z_{qn} \\ Z_{q+1,q} & Z_{q+1,q+1} & \dots & Z_{q+1,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{nq} & Z_{n,q+1} & \dots & Z_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_q \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3.1.b)$$

De donde:

$$\begin{aligned} E_q &= Z_{qq} \cdot I_q \\ E_{q+1} &= Z_{q+1, q} \cdot I_q \\ &\vdots \\ E_n &= Z_{nq} \cdot I_q \end{aligned}$$

De tal forma que vista desde el sistema interno, el sistema externo responde o es equivalente a: $E_q = Z_{qq} I_q$ siendo la red equivalente:

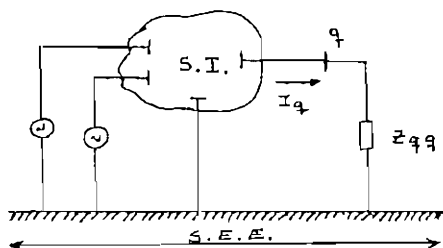


Fig. 3.1.1.(c)
Esquema equivalente de S.E.P.

3.1.2 Con varios enlaces entre el sistema interno y el sistema externo

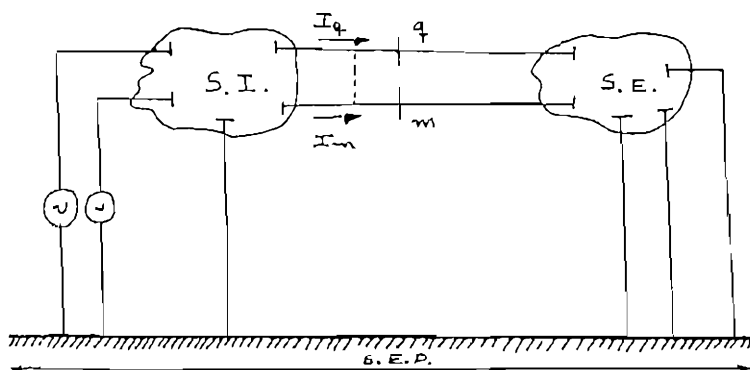


Fig. 3.1.2.(a)
Esquema del S.E.P. con varios enlaces entre S.E. y S.I

$[I_e] = [0]$ por ser red pasiva

Partiendo del sistema de ecuaciones de equilibrio (2.3)

$$[I_b'] = [I_{eq}] = [I_b] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [I_e] \quad (2.3.4)$$

$$\therefore [I_b'] = [I_{eq}] = [I_b]$$

$$\therefore [I_b] = [I_{bi}] [E_i] + [Y'_{bb}] [E_b] \quad (2.3.6)$$

∴ El sistema de ecuaciones (2.5) queda como

$$\begin{bmatrix} I_i \\ I_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{ii} & Y_{ib} \\ Y_{bi} & Y'_{bb} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Siendo: $[Y'_{bb}] = [Y_{bb}] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [Y_{eb}] \quad (2.3.5)$

De este último sistema de ecuaciones se deduce que el equivalente contiene únicamente las barras del sistema interno y las barras frontera. Siendo $[Y'_{bb}]$ la matriz de la red equivalente del S.E. conectado a las barras frontera y que tiene una forma definida (observamos $[Y'_{bb}]$ para un ejemplo de tres barras de interconexión o frontera).

$$[Y'_{bb}] = \begin{bmatrix} Y'_{qq} & Y'_{qh} & Y'_{qm} \\ Y'_{hq} & Y'_{hh} & Y'_{hm} \\ Y'_{mq} & Y'_{mh} & Y'_{mm} \end{bmatrix} \quad (3.1.c)$$

$$Y'_{qh} = Y'_{hq} = -y_{qh} = -y_{hq}$$

$$Y'_{hm} = Y'_{mh} = -y_{hm} = -y_{mh}$$

$$Y'_{qm} = Y'_{mq} = -y_{qm} = -y_{mq}$$

$$Y'_{qq} = y_{qo} + y_{qh} + y_{qm} \quad (3.1.d)$$

$$Y'_{hh} = y_{ho} + y_{hq} + y_{hm}$$

$$Y'_{mm} = y_{mo} + y_{mq} + y_{mh}$$

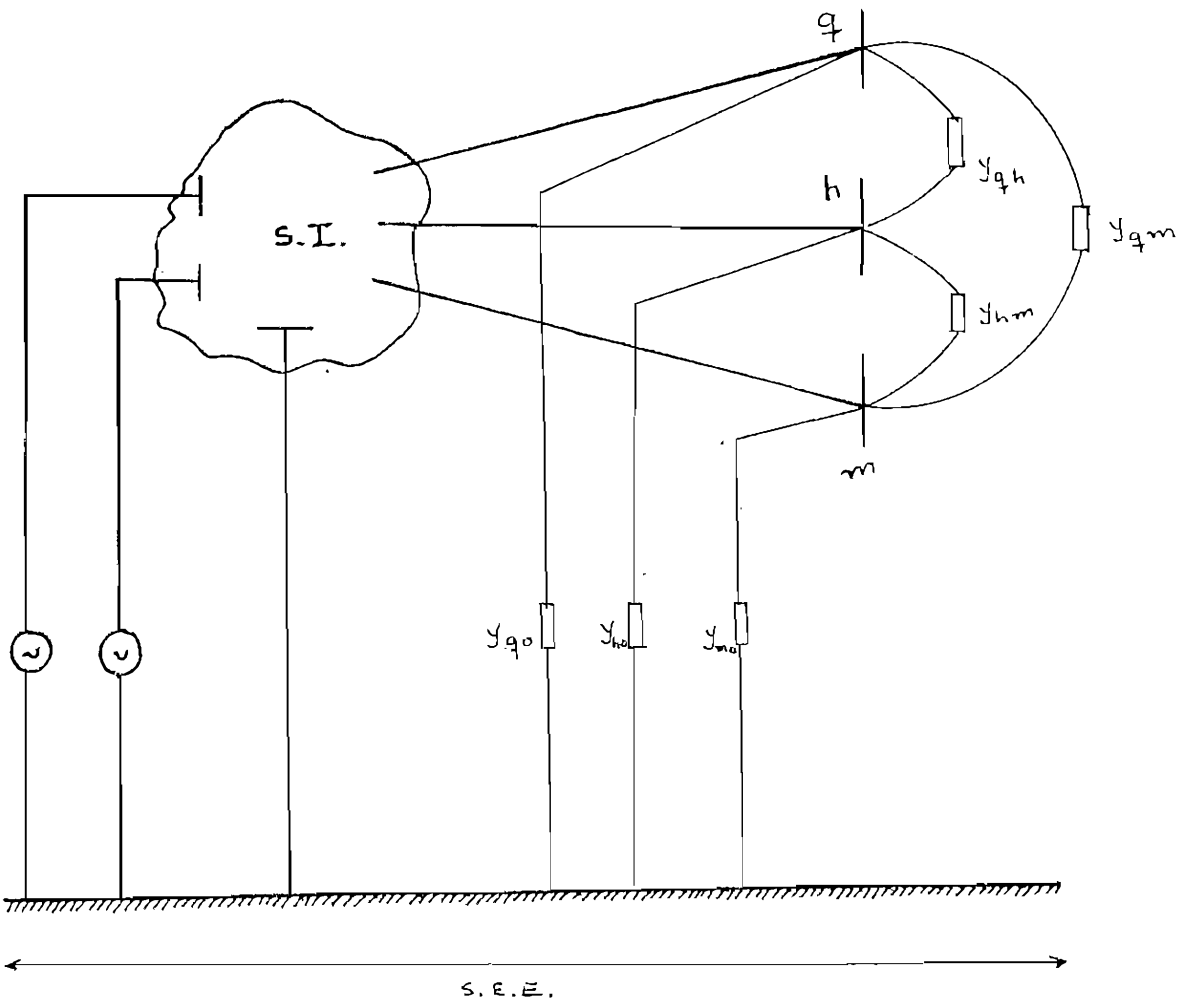


Fig. 3.1.2.(b)

Esquema del S.E.E. partiendo de S.E. pasivo y con varias conexiones entre S.I y S.E.



3.2 Equivalentes Activos [19]

Son aquellos en el que el sistema externo o sistema a ser reducido, contiene elementos activos es decir generación y/o carga y los diferentes modelos los estudiaremos detalladamente en este capítulo.

Los equivalentes activos a estudiarse en este trabajo son:

- Equivalente Ward (Ward Simple)
- Equivalente Ward Amortiguado
- Equivalente Ward Extendido
- Equivalente Radial Independiente (R.E.I.)

El estudio de los equivalentes activos es el propósito fundamental de este trabajo y son los que nos van a servir para el estudio de flujos de carga y para el análisis de contingencias luego de haber realizado la reducción del S.E.P.

3.3 Equivalente Ward [1,4,13,17,18,19]

Esta es la técnica de equivalentes de redes activas más ampliamente usada, llamada también Ward Simple. Se lo obtiene a partir de un flujo de Potencia base, ya que utiliza los voltajes del S.E.P. y las inyecciones de potencias, estas últimas son transformadas en impedancias o inyecciones de corrientes.

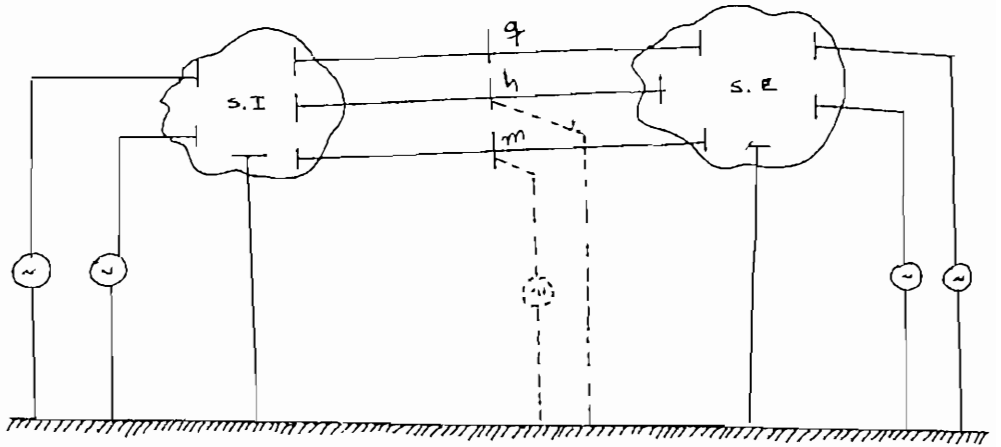


Fig. 3.3

Esquema general de un S.E.P.

Nota: En las barras frontera puede existir generación y carga

3.3.1 Método de Admitancias de Ward

Este método es el más simple y consiste en transformar el sistema externo en una red completamente pasiva. Una vez transformada en una red pasiva se aplica todo lo establecido en 3.1.2.

Para transformar el sistema externo en red pasiva únicamente se transforman todas las inyecciones en admitancias o impedancias constantes de la siguiente forma:

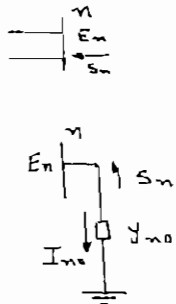


Fig. 3.3.1.a

Transformación de las inyecciones de potencia del S.E. en admitancias

Para una barra n del sistema externo donde hay inyecciones:

$$S_n \approx E_n I_n^* \quad (3.3.1a)$$

$$I_n = -I_{no} = -E_n Y_{no} \quad (3.3.1b)$$

$$S_n = -E_n E_n^* Y_{no}^* = -V_n^2 Y_{no}^* \quad (3.3.1c)$$

$$Y_{no}^* = -(P_n + j Q_n) / V_n^2 \quad (3.3.1d)$$

$$Y_{no} = (-P_n + j Q_n) / V_n^2 \quad (3.3.1e)$$

Lógicamente la transformación a admitancias se realiza a partir de la solución de un flujo de carga base del sistema total.

De las ecuaciones anteriores se observa que un generador que está suministrando potencia activa y reactiva así como una carga que está absorbiendo potencia activa y reactiva queda representada por:

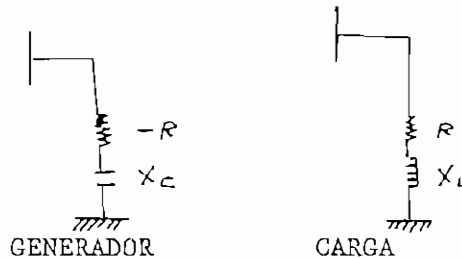


Fig. 3.3.1.b

Representación de las inyecciones de potencia

De esta forma se obtiene la red completamente pasiva y puede aplicarse el método explicado en 3.1.2.

El sistema equivalente S.E.E. contiene solo las barras de S.I. + S.F. El problema con este método es que las admitan-

cias equivalentes de generador y carga son funciones del punto de operación, potencia y voltajes. Como es bien conocido de la teoría de flujos de carga las inyecciones de potencia real y reactiva son fijas para las barras de carga pero la inyección de potencia reactiva de una barra de generación es permitida variar dentro de límites para conservar el voltaje constante en esa barra, ya que tiende a variar al analizar contingencias en el sistema interno.

Esta es la principal fuente de error de los equivalentes y que en este caso no hay forma de mejorarlo ya que una vez que el equivalente ha sido formado no hay modo de producir más o menos potencia reactiva en el área equivalente si en el caso se emergencia así lo requiere.

Por lo tanto, no es un buen equivalente fundamentalmente por ser función del voltaje al cuadrado ya que si se analizan contingencias de S.I. necesariamente varía V_n .

Las admitancias en paralelo (shunt) Y_{no} calculadas al transformar las inyecciones de potencia, son relativamente altas con relaciones bajas de X/R y con componentes negativas y positivas. Además las ramas shunt del equivalente, calculadas a partir de la matriz $[Y'_{bb}]$, en las

barras frontera son muy altas y afectan en algunos casos considerablemente a los elementos serie. Estos valores afectan de manera importante la convergencia del flujo de potencia del sistema interno.

3.3.2 Método de Inyecciones de Ward

Este método consiste en transformar las inyecciones de potencia activa y reactiva en inyecciones de corriente a partir de una solución de un flujo de potencia del sistema total.

$$S_n = E_n I_n^* \quad (3.3.2a)$$

$$I_n = (S_n/E_n)^* = (P_n - jQ_n)/E_n^* \quad (3.3.2b)$$



Fig. 3.3.2.a

Transformación de las inyecciones de potencia en inyecciones de corriente

Después de esta transformación el equivalente en las barras frontera se obtiene utilizando las fórmulas del análisis matemático en 2.2

I _i	Y _{ii}	Y _{ib}	o	E _i
I _b	Y _{bi}	Y _{bb}	Y _{be}	E _b
I _e	o	Y _{eb}	Y _{ce}	E _e

=

Y _{ii}	Y _{ib}	o	E _i
Y _{bi}	Y _{bb}	Y _{be}	E _b
o	Y _{eb}	Y _{ce}	E _e

(2.3)

De donde tenemos:

$$\begin{pmatrix} I_i \\ I_{b'} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{ii} & Y_{ib} \\ Y_{bi} & Y'_{bb} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} E_i \\ E_b \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

siendo:

$$[I_{b'}] = [I_{eq}] = [I_b] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [I_e] \quad (2.3.4)$$

$$[Y_{eq}] = [Y'_{bb}] = [Y_{bb}] - [Y_{be}] [Y_{ee}]^{-1} [Y_{eb}] \quad (2.3.5)$$

La ecuación (2.5) describe el comportamiento S.E.E. por lo tanto la red equivalente es:

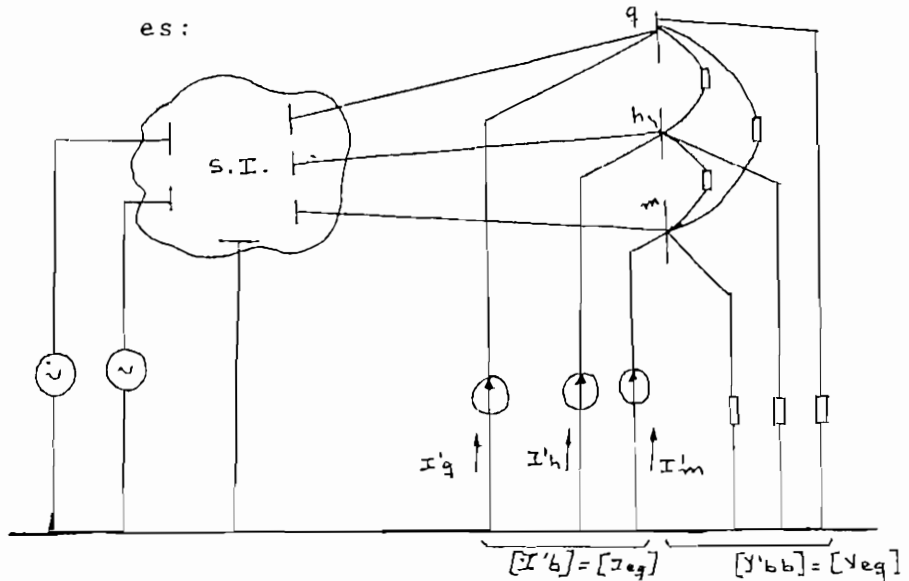


Fig. 3.3.2.b
Esquema del S.E.E. obtenido por el método de inyecciones de ward

$[I'b]$: Luego se convierte en vector de inyecciones de potencia

$$[S] = [E] \times [I^*] \quad (3.3.1a)$$

$[E]$: Vector de voltajes obtenidos del flujo de carga del caso base.

Este equivalente es mucho mejor que el de admitancias ya que las fuentes de corriente dependen linealmente de E_n (en el de admitancias depende de V_n^2) su respuesta es mejor debido a la tendencia natural de la carga a actuar como corriente constante. Pero en este modelo al igual que el anterior, las ramas paralelas de las barras frontera obtenidas a partir de $[Y'_{bb}]$, son muy altas, afectando de esta manera la convergencia del flujo de carga. Para superar este inconveniente es recomendable despreciar estas ramas shunt quedando el equivalente así:

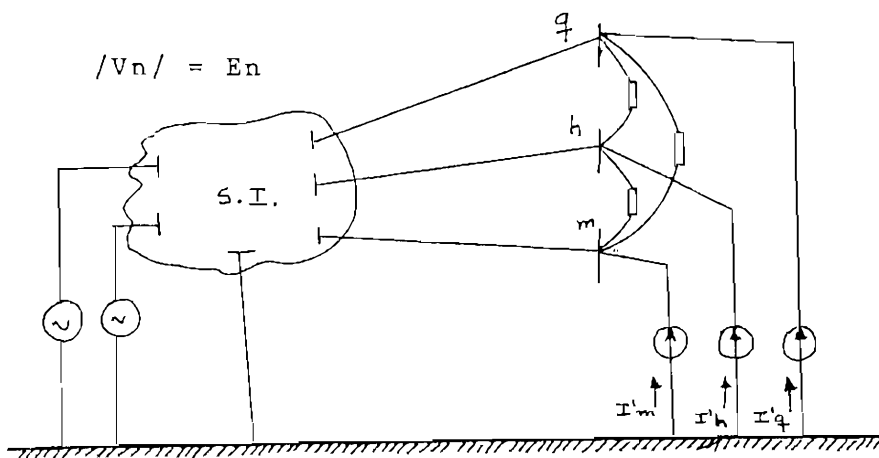


Fig. 3.3.2.c
Esquema del S.E.E. despreciando las ramas Shunt equivalentes de las barras frontera

Luego de esta consideración se obtiene resultados aceptables con este método, eso lo podremos confirmar posteriormente con los resultados de los ejemplos realizados en este trabajo.

El problema de este equivalente es que si se va a analizar contingencias en el sistema interno se puede perder la respuesta de MVAR de las barras PV del sistema externo y por lo tanto el flujo de potencia reactiva por las líneas de interconexión entre las barras frontera y el sistema interno puede variar con las del caso real.

Existen variantes adecuadas para contrarrestar el problema de las respuestas de reactivos y estas serán estudiadas en los métodos subsiguientes.

3.4 Equivalente Ward con Zona de Amortiguación o Zona Buffer [2,4,13,18,19]

Este modelo de equivalencia es muy parecido al Ward Simple con la particularidad de que aquí se retiene ciertas barras importantes del sistema externo, creando de esta forma una zona de amortiguación que refleja de manera más exacta el comportamiento del sistema externo cuando:

- a) Contingencias del S.I. pueden afectar al S.E. (ciertos elementos del S.E. pueden llegar a límites de operación)
- b) Cambios de condiciones de operación del S.E. afectan al S.I..

La no retención en el equivalente Ward Simple de barras de voltaje controlado del S.E. implica que el suministro de reactivos de las barras

de generación del S.E. son fijados a los valores del caso base, lo que significa que cualquier contingencia en el área de interés el aporte de potencia reactiva del área externa es constante.

3.4.1 Localización del Sistema Amortiguador

El sistema amortiguador queda completamente definido al dar el conjunto de corte de los sistemas amortiguador y lejano.

S.E. = Sistema Amortiguado + Sistema Lejano

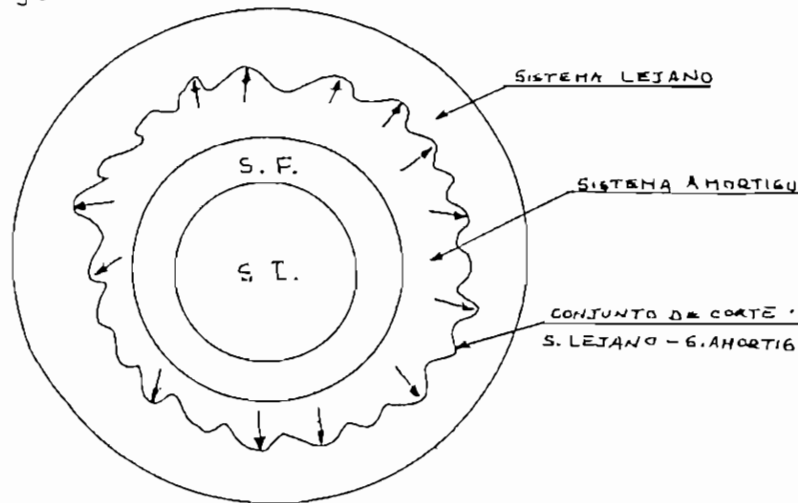


Fig. 3.4.1.a
Esquema del S.E.P. con la división del S.E. mediante el conjunto de corte

El sistema amortiguado queda definido como el mínimo conjunto de barras del sistema externo que se agregan al sistema frontera y que bajo condiciones normales de operación la potencia de todas las ramas del conjunto de corte del sistema amortiguador-lejano fluye alejándose del sistema amortiguado.

Un algoritmo que encuentra al sistema amortiguado empieza con el límite del sistema frontera como conjunto inicial de corte y busca hacia afuera una secuencia de conjuntos de corte.

Cada conjunto de corte divide al sistema en dos componentes uno de los cuales incluye al sistema interno. Durante los pasos que siguen, el sistema amortiguado va aumentando por las barras de la red externa de las que recibe energía.

La Fig. 3.4.1b describe el proceso en donde C1 y C2 son dos conjuntos consecutivos de corte.

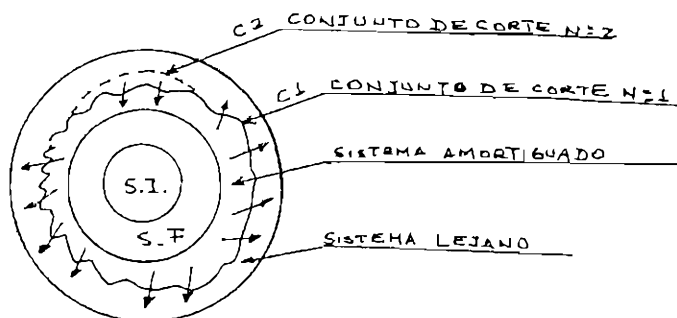


Fig. 3.4.1.b
Esquema del S.E.P. dividiendo el S.E. con dos conjuntos de corte consecutivos

La regla para definir el sistema amortiguado es muy simple y como se incluye las principales fuentes de potencia del S.E. que suministran potencia al S.I. se cumple de manera muy efectiva los requerimientos de un buen equivalente.

Otra forma aún más sencilla de definir el sistema amortiguado es:

- 1) Conservar todas las barras de generación del Sistema Externo en el proceso de reducción, siendo estas barras el sistema amortiguado, o
- 2) Conservar únicamente cierto número de barras de generación del sistema externo en el proceso de reducción siendo estas barras el sistema amortiguado.

La primera alternativa no es utilizada cuando el sistema externo posee un gran número de generadores. De esta forma se perdería uno de los principales objetivos del cálculo de equivalentes cual es la reducción del tamaño del sistema.

Algunos de los criterios usados para la selección de barras de generación (generadores) importantes que van a ser retenidas en el equivalente son:

- a) Mantener los generadores con máxima capacidad de reactivos, esto es mantener los generadores para los cuales la diferencia entre la producción de reactivos del caso base y su límite es máxima, o de un valor significativo que permita regulación.

- b) Eliminar todos los generadores que no proporcionen suficiente potencia activa o reactiva para cubrir sus propios requerimientos locales.
- c) El número de generadores a ser mantenidos deberá ser un pequeño porcentaje del número total de las barras del sistema externo.

Luego de haber definido las barras a ser retenidas (barras de generación importantes) del sistema externo, por lo tanto no van a ser eliminadas, estas barras se las considera como de frontera y la reducción del S.E.P. se realiza de forma similar que la del Equivalente Ward Simple.

Así por ejemplo si "u" y "v" son barras de generación importante, a estas se las considera como de frontera para realizar la reducción, obteniendo de esta manera un buen soporte de potencia reactiva.

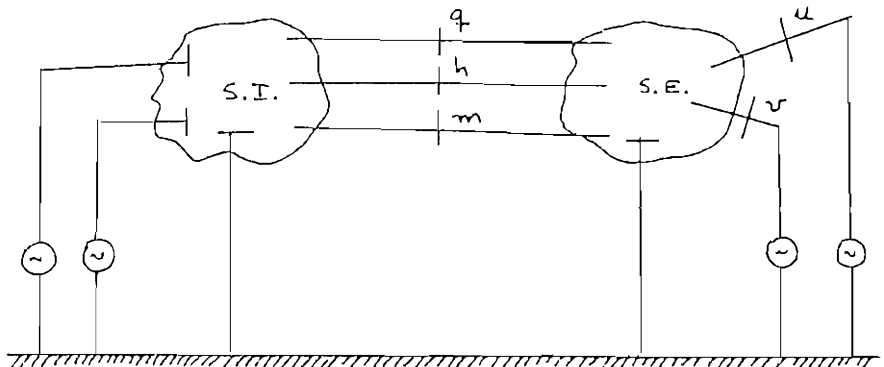


Fig. 3.4.1.c
Esquema del S.E.P. definidas las barras a ser retenidas del S.E. (u y v)

Por lo tanto el equivalente sería:

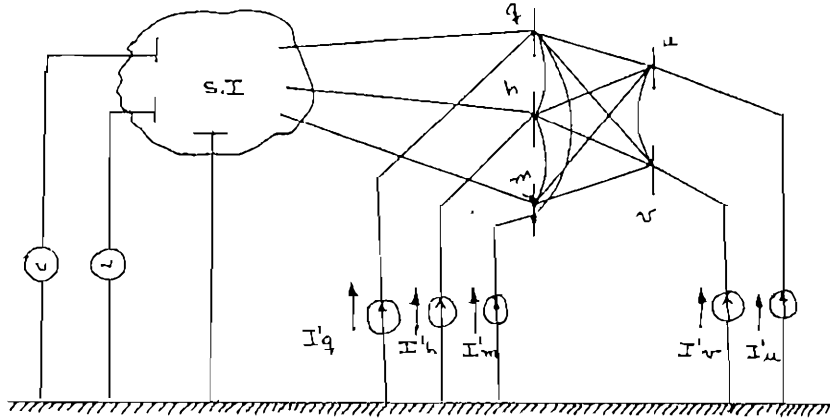


Fig. 3.4.1.d

Esquema del SEE manteniendo barras de generación importantes del S.E. y considerándolos como de frontera

Aquí también se ha eliminado las ramas Shunt de las barras frontera (en este caso de las barras frontera y de las del sistema amortiguado) obtenidas de $[Y'bb]$ como definimos anteriormente, ya que por ser muy altas afectan la convergencia del flujo de carga.

Otra forma de eliminar este problema es antes de realizar la reducción transformar las ramas Shunt del sistema externo (susceptancias de líneas, condensadores y reactores) en fuentes de corriente de tal forma que únicamente la red externa serie es la que se reduce y se modela, mientras que el efecto de los elementos transformados se obtiene en el vector $[I'b]$.

La fuente de corriente de estas ramas Shunt será aquel valor de corriente que

se obtenga del flujo de potencia base del sistema total.

Otras variantes para tomar en cuenta el efecto de la respuesta de las barras de generación del sistema externo serán detalladas a continuación en los dos métodos siguientes.

3.5 Equivalente Ward Extendido [4,7,10,13,18,19]

Este modelo de equivalente es una extensión o variante de los modelos estudiados anteriormente, considera una forma diferente de proporcionar un buen soporte de potencia reactiva del sistema externo, es decir del efecto de las barras de tensión controlada P.V. del sistema externo, obteniéndose con este método resultados que son mucho más aproximados y confiables que de los modelos anteriores al ser comparados con los del flujo de carga del caso base (esto se podrá confirmar con los resultados de los ejemplos realizados en este trabajo). Aquí también se parte de la solución del flujo de carga del caso base.

3.5.1 Obtención del Equivalente Ward Extendido

Para la obtención de este modelo en este trabajo se cumple los siguientes pasos:

- 1) El sistema externo es reemplazado por el equivalente Ward Simple con inyecciones de corriente estudiado en 3.3.2

manera que no afecte la solución del caso base en el sistema reducido.

Los nuevos generadores no producen potencia activa pero son capaces de producir potencia reactiva cada vez que el sistema interno así lo requiera.

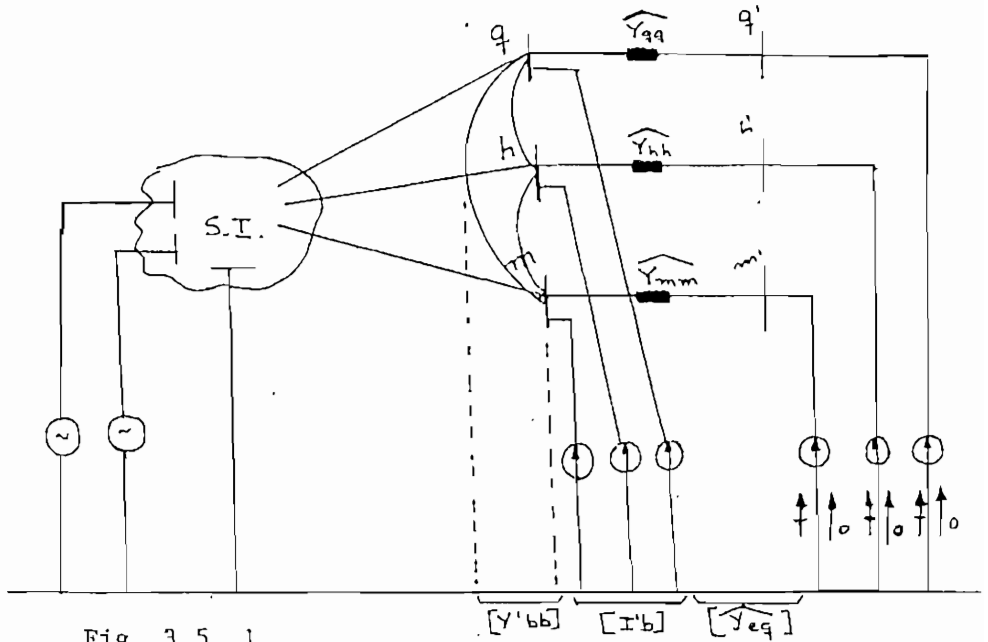


Fig. 3.5.1
Equivalente Ward extendido

Nota: En la Fig. solo consideramos barras frontera de carga

Para analizar contingencias en el sistema interno se especifica a q' , h' , m' como barras de tensión controlada asignando a $V_{q'}$, $V_{h'}$, $V_{m'}$, aquellos valores obtenidos del flujo de potencia base de todo el sistema para V_q , V_h , V_m (con esta asunción se cumple el que no afecte la solución del caso base en el sistema reducido). Es decir si se analiza con el equivalente el caso base el aporte de potencia reactiva de los generadores fic-

ticios conectados a q',h',m' será cero, cuando las condiciones del S.I. cambian estas barras (q',h',m') responden suministrando o absorbiendo potencia reactiva.

Los valores de las ramas ficticias \widehat{Y}_{qq} , \widehat{Y}_{hh} , \widehat{Y}_{mm} son elementos de la diagonal de la matriz $[\widehat{Y}_{eq}]$ que conectan las barras frontera de carga con las nuevas barras ficticias de tensión controlada y se obtiene como sigue:

- 1) Al sistema original completo se le cortocircuita todas las barras de tensión controlada del sistema externo.
- 2) Luego se obtiene la matriz $[\widehat{Y}_{eq}]$ en las barras frontera de la misma manera que se obtiene $[Y_{eq}]$ es decir haciendo la reducción, estudiada en el análisis matemático (en este caso las barras de tensión controlada están como fuentes de corriente).

$$[\widehat{Y}_{eq}] = \begin{array}{|c|c|c|} \hline \widehat{Y}_{qq} & \widehat{Y}_{qh} & \widehat{Y}_{qm} \\ \hline \widehat{Y}_{hq} & \widehat{Y}_{hh} & \widehat{Y}_{hm} \\ \hline \widehat{Y}_{mq} & \widehat{Y}_{mh} & \widehat{Y}_{mm} \\ \hline \end{array} \quad (3.5.1.a)$$

De esta matriz se usan los términos de la diagonal principal $\widehat{Y}_{qq}, \widehat{Y}_{hh}, \widehat{Y}_{mm}$ que son los valores buscados, los demás términos son descartados.

El equivalente Ward Extendido suple las deficiencias de los otros métodos Ward que son buenos en la respuesta de potencia activa pero tienen deficiencia en la respuesta de potencia reactiva si se compara con la solución del sistema total, a no ser que se retenga ciertas barras P.V. importantes del sistema externo como en el equivalente Ward con amortiguación.

3.5.2 Aproximaciones que se puede realizar en el equivalente Ward Extendido

Una aproximación que no trae grandes consecuencias en la confiabilidad del equivalente es considerar solo las componentes reactivas (inductancia, capacitancia) de las nuevas ramas ficticias, es decir considerar solo la parte imaginaria de los términos de la diagonal principal de la matriz $[\widehat{Y}_{eq}] (\widehat{Y}_{qq}, \widehat{Y}_{hh}, \widehat{Y}_{mm})$.

Otra aproximación que se puede hacer ya que las nuevas barras no afectan la solución de la malla en estudio, es eliminar las barras ficticias colocando en su lugar una inyección de potencia adicional cuyo valor sería:

$$\Delta P + j\Delta Q = (E_m x E_m^* - V_m^2) \widehat{Y}_{mm}^* \quad (3.5.2a)$$

Si \widehat{Y}_{mm} es solo susceptancia (Y solo componente imaginaria) la ecuación entera se simplificaría así:

$$\Delta Q = V_m (V_m - V_m^0) \widehat{Y}_{mm} = V_m \Delta V_m \widehat{Y}_{mm} \quad (3.5.2b)$$

3.6 Equivalente Radial Independiente R.E.I.

[3,4,6,10,11,13,18,19,20]

Esta técnica de equivalencia a igual que la anterior, también considera el efecto de la respuesta de las barras PV del sistema externo es decir la respuesta de reactivos.

El equivalente R.E.I. también se lo obtiene a partir de un flujo de potencia base. La idea básica del equivalente R.E.I. es el concentrar todas las inyecciones del S.E. (inyecciones de nodos activos) en una inyección total equivalente en un nodo ficticio, o seleccionar grupos de inyecciones y concentrar en un nodo ficticio por cada grupo seleccionado.

En la aproximación R.E.I. un grupo de nodos activos de la red externa relacionados funcionalmente es decir de características similares es reemplazado por un nodo equivalente ficticio, este se conecta a través de una red ficticia sin pérdidas (Red R.E.I.) con el grupo de nodos activos a los cuales va a reemplazar.

En este nodo equivalente ficticio las inyecciones de potencia activa y reactiva son la suma algebraica de las inyecciones real y reactiva del grupo de nodos activos a los que reemplaza.

Después de la conexión de la red ficticia los nodos antes activos son pasivos y la red ficticia proporciona las inyecciones a través de sus conexiones con el sistema original. Entonces los nodos pasivos pueden ser eliminados por medio de la reducción ordinaria estudiada anteriormente en este trabajo en 2.2, dejando que solo el nodo equivalente ficticio represente su efecto en el resto de la red original.

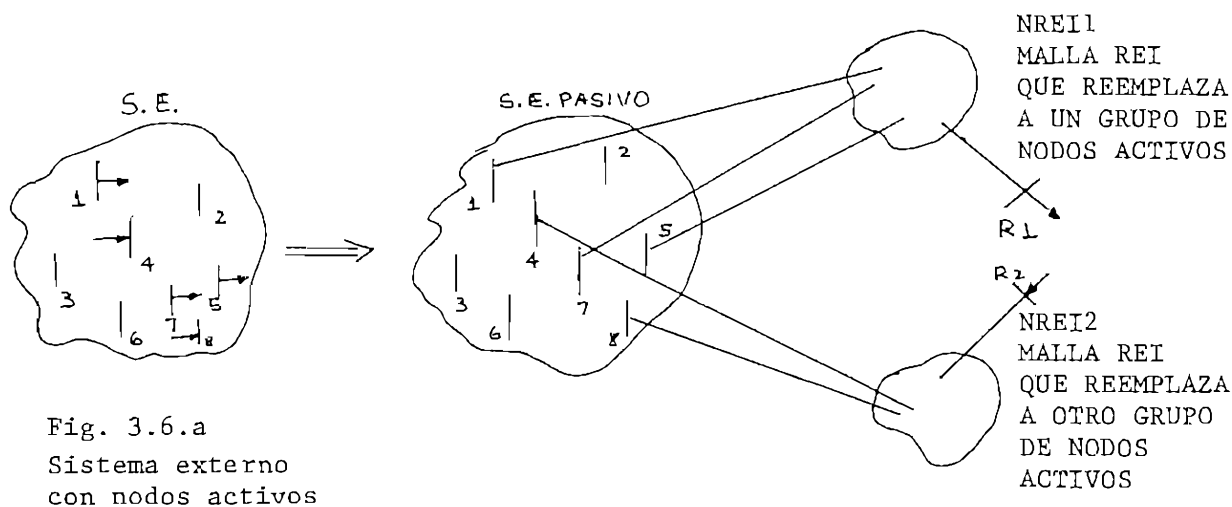


Fig. 3.6.a
Sistema externo
con nodos activos

Fig. 3.6.b
Sistema externo en el que se concentra las inyecciones en un nodo ficticio por cada grupo seleccionado . Grupo R1 nodos 1,5,7
Grupo R2 nodos 4 y 8

Es decir este modelo transforma el S.E. en una red pasiva al remover toda la generación y carga de los nodos activos hacia las barras ficticias que les reemplazan (en la figura R1 y R2).

Por lo general agregamos toda la generación del S.E. en una nueva barra R1 ficticia a través de una red R.E.I., y toda la carga del S.E. en otra

nueva barra R2 ficticia a través de otra red R.E.I., creando dos mallas R.E.I. diferentes.

La red R.E.I. (N R.E.I) de tipo radial (R), equivalente (E) para un nodo, e independiente (I) del resto del sistema, preserva la identidad de los generadores eliminados como fuentes de voltaje controlado. Fue usado por primera vez por el Rumano Dr. Paul Dimo y cuyo estudio en este trabajo será descrito en el apéndice III basado en su libro "Análisis Nodal de Sistemas de Potencia".

3.6.1 Construcción del Equivalente R.E.I.

Los pasos a seguirse son:

1) Construcción de la Red R.E.I.

En el S.E. clasificamos todos los nodos activos en diferentes grupos según sus características similares y creamos una red R.E.I. sin pérdidas por cada grupo, pudiendo un nodo pertenecer a dos grupos. Aquí seleccionamos dos grupos de nodos activos en el S.E.: a) grupo de nodos de generación y b) grupo de nodos de carga.

En otras palabras cada grupo se linealiza mediante una conexión a través de un circuito equivalente sin pérdidas (N R.E.I.), a un nodo ficticio R en este nodo equivalente la potencia aparente S es igual a la suma de las potencias aparentes de los nodos ac-

tivos conectados a él. Por lo tanto hemos removido las inyecciones de los nodos activos a su respectivo nodo R.E.I., es decir:

$$SR1 = \sum_{i=1}^n SGi \quad SR2 = \sum_{i=1}^n SLi \quad (3.6.1a)$$

$$IR1 = \sum_{i=1}^n IGi \quad IR2 = \sum_{i=1}^n ILi \quad (3.6.1b)$$

$$ER1 = SR1/IR1 \quad ER2 = SR2/IR2 \quad (3.6.1c)$$

La red R.E.I. no tiene pérdidas de potencia activa ni reactiva y su conexión no cambia las condiciones eléctricas de la red original en el punto de solución. Entonces los flujos de la red R.E.I. sobre los N nodos de conexión deben ser las mismas como las N inyecciones originales. Similarmente los voltajes Vn deben ser los mismos como antes.

Por lo tanto a la red externa convertida en pasiva luego de remover las inyecciones añadir una red ficticia R.E.I. por cada grupo de nodos activos, para esto se conecta cada uno de los nodos de cada grupo a un punto común G y a partir de este mediante un elemento se conecta a la barra R.E.I. R. (Esto se realiza en forma separada para cada grupo).

Las admitancias de cada una de las ramas de las redes ficticias se obtiene de la siguiente manera:

Asignando arbitrariamente el voltaje de los nodos G ya que existe un grado de libertad en la red, para poder cumplir que las condiciones eléctricas del sistema original no cambien al añadir la red R.E.I. En este caso escogemos $E_G = 0$ por considerarse como un valor óptimo:

$$Y_{RG} = \frac{I_R}{E_R} = \frac{S_R^*}{V_R}$$

(3.6.1d)

$$Y_{NG} = -\frac{I_n}{E_n} = -\frac{S_n^*}{V_n^2}$$

(3.6.1e)

$$V_R = |E_R|$$

$$V_n = |E_n|$$

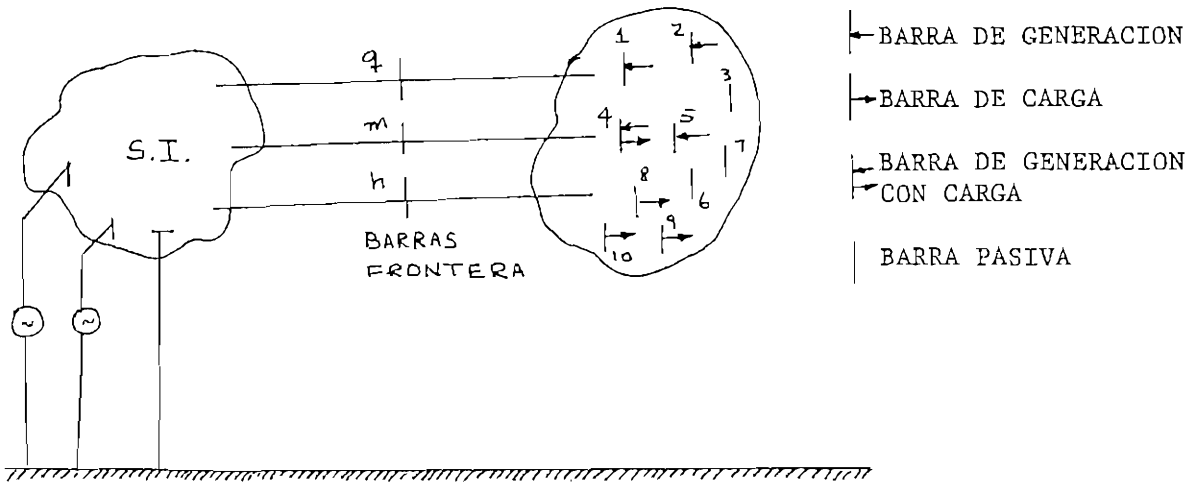


Fig. 3.6.1.a
S.E.P. con barras activas identificadas según el grupo a que pertenecen

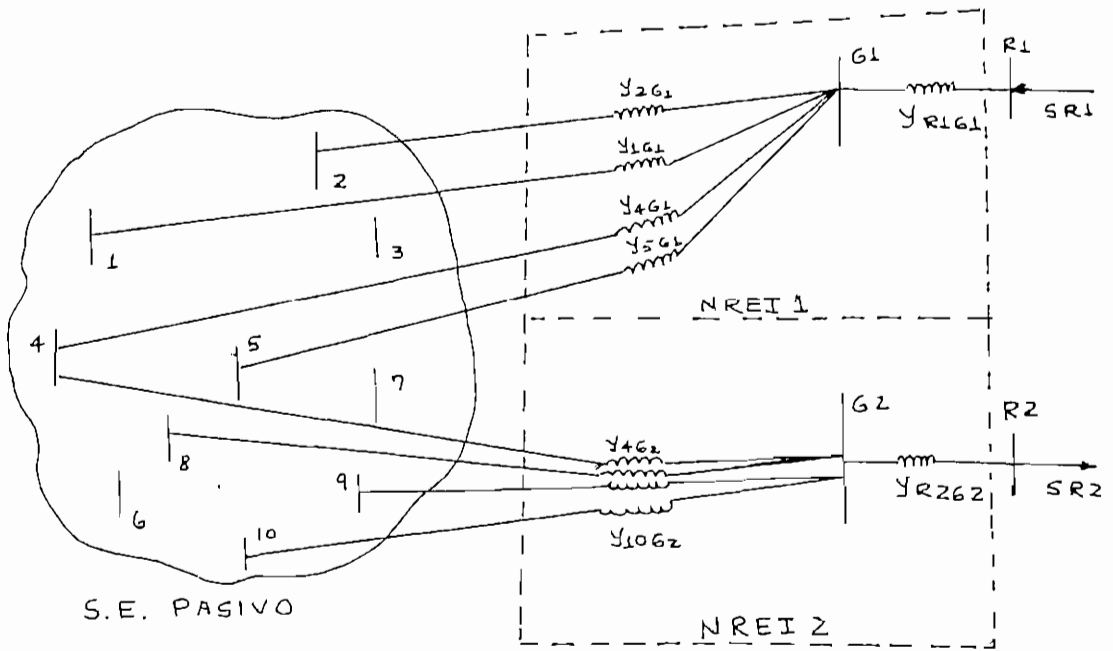


Fig. 3.6.1.b
Malla REI insertada en el S.E.

En el caso de la barra 4 en que pertenece a las dos redes R.E.I., la generación inyectada se suma a SR_1 y la carga se suma a SR_2 .

2) Eliminación del S.E.

Las barras R.E.I. (R) se las considera como barras frontera y se realiza la reducción aplicando la reducción estudiada anteriormente aplicando las ecuaciones analizadas en 2.2, es decir se realiza la reducción utilizando cualquiera de los métodos anteriores, sin afectar las condiciones sobre los nodos restantes de la red original, obteniéndose una red equivalente como la de la figura siguiente:

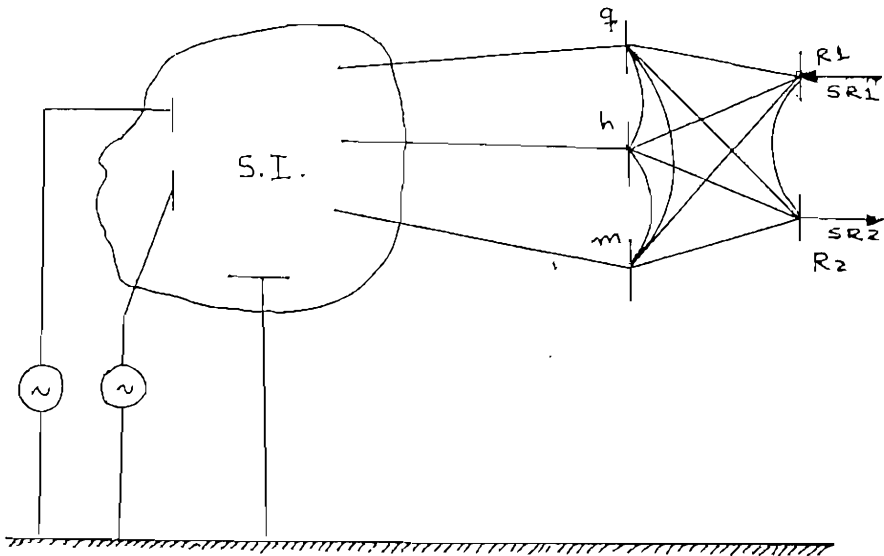


Fig. 3.6.1.c
Equivalente R.E.I.

Así después de eliminar los nodos del S.E. y los nodos de la red R.E.I. el estado de la red modificada en la figura anterior es aún exactamente el mismo de la red original en el punto de operación.

Como SR1 y SR2 reemplaza todas las inyecciones del S.E. la relación entrada y salida de potencia en la red equivalente es también la misma que la red original.

Refiriéndose a la figura 3.6.1b las admitancias Y_{NG} de la red R.E.I. son escogidas de tal forma que las inyecciones SR1 y SR2 se distribuyen exactamente a cada barra i como en el punto inicial de operación. Por lo tanto los flujos y voltajes iniciales en la red externa no se ha alterado con la introducción de las redes R.E.I. De

esta forma las barras activas se convierten en pasivas y después de la reducción los flujos y voltajes se mantienen iguales. Esto es como los métodos Ward, el equivalente R.E.I. es exacto en el punto inicial o caso base, para el cual fue creado. La rama RG sirve para hacer cero las pérdidas de la red R.E.I. por tanto en el punto inicial el equivalente R.E.I. asociado a las barras frontera tiene las mismas pérdidas que en el sistema externo original, lo que no es el caso de los otros tipos de equivalentes. Los problemas existentes debido a $EG = 0$ se suprimen al eliminar este nodo.

También el equivalente R.E.I. tiene ramas Shunt las que al igual que en los métodos anteriores se las elimina, o antes de hacer la reducción se las puede representar como inyecciones extras, es decir se realiza las mismas asunciones que los otros tipos de equivalentes. Así mismo para mejorar la respuesta de potencia reactiva puede retenerse adicionalmente barras PV como en los métodos de Ward. Además como N R.E.I. no tiene pérdidas la potencia que entra es igual a la que sale de N R.E.I.

3.6.2 Sugerencias para optimizar el Equivalente R.E.I.

En un S.E.P. conviene obtener varias redes R.E.I. agrupando las barras de similares características, la agrupación se debe hacer por cada zona o región geográfica, ya que son subredes débilmente conectadas, y en cada zona unir generadores en una red R.E.I. y cargas en otra red R.E.I. Esto modela mejor el sistema físico pues la generación se comporta distinto de la carga.

Una red R.E.I. no debería fijarse para conectar dos o más subredes débilmente conectadas.

La idea puede mostrarse esquemáticamente la figura 3.6.2a muestra un área de interés S.I. que tiene varias subredes débilmente conectadas y cuyos nodos van a ser eliminados.

La figura 3.6.2.b es después de la reducción reteniendo todos los nodos R.E.I. a más de los nodos frontera

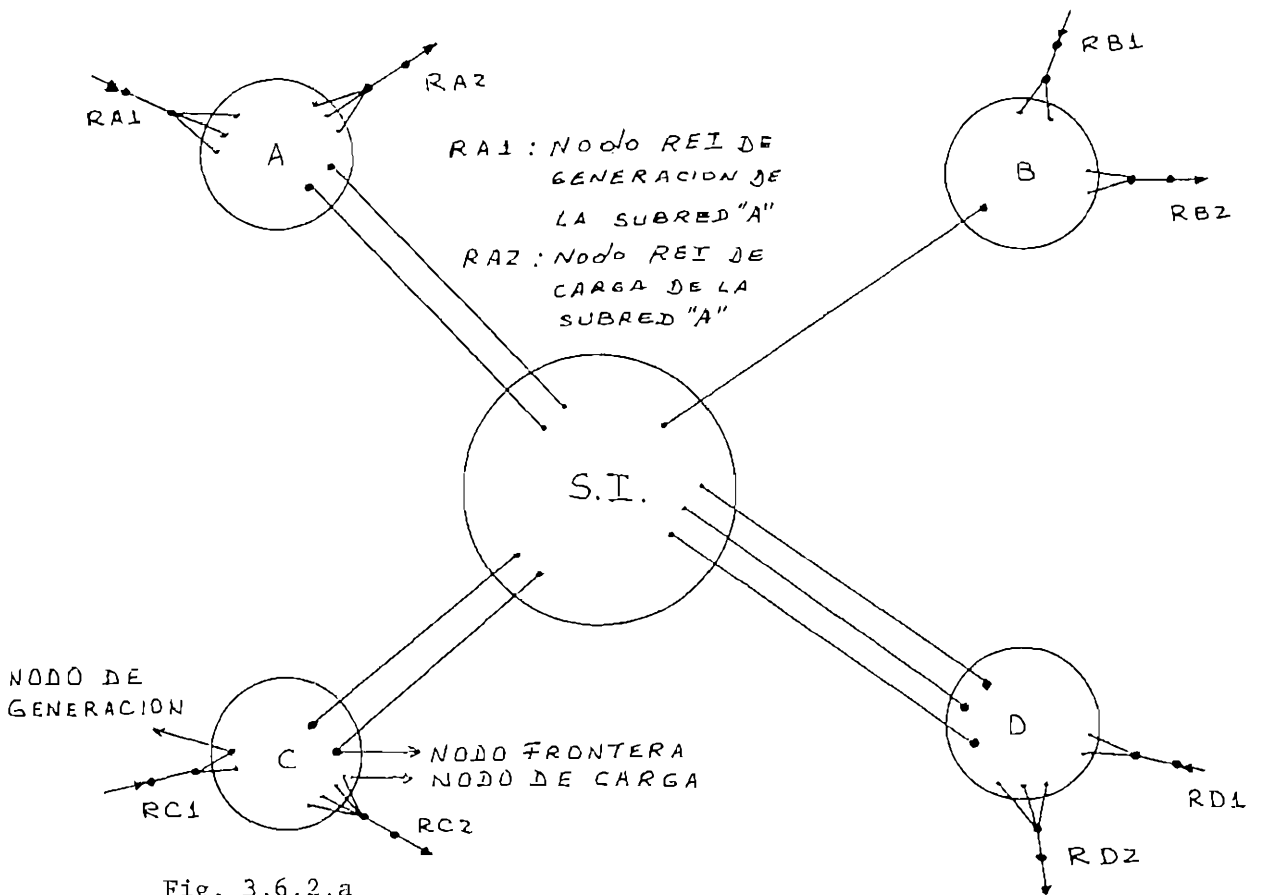


Fig. 3.6.2.a
Conexión del SEP con interconexión de varias subredes o regiones en las que ya se ha insertado las respectivas redes REI

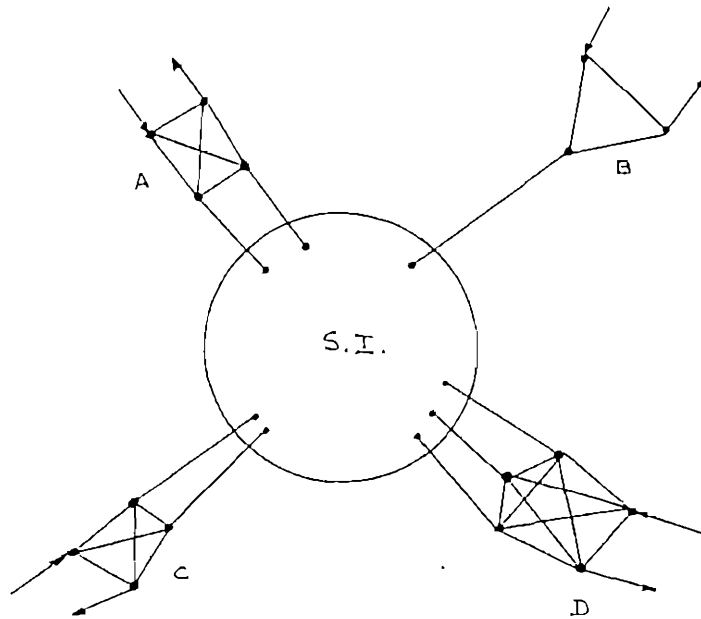


Fig. 3.6.2.b
Conexión del SEE reteniendo los nodos REI de cada subred

En cuanto a sugerencias para agrupación de nodos activos en cada una de las sub-redes podemos citar:

- REI 1 1) Agrupar todas las barras PV juntando en la barra PV-REI y agrupando todas las barras PQ juntándolas en la barra PQ-REI.

- REI 2 2) Lo mismo que en 1, pero en lugar de usar los voltajes del caso base usar los voltajes de arranque flat para todas las barras (l.p.u.).

- REI 3 3) Lo mismo como 1, pero si la potencia real neta de una barra PV es menor que cero, colocar la potencia real neta de esta barra en la barra PQ-REI.

- REI 4 4) Lo mismo como 3, pero en lugar de poner la potencia real neta en la barra PQ-REI, poner la carga real en la barra PQ-REI y la generación real en la barra PV-REI.

- REI 5 5) Lo mismo como en 4, pero si una barra PV ha llegado a uno de sus límites de potencia reactiva tratarla a esta como una barra PQ.

REI 6 6) Lo mismo como 3, pero si una barra PV ha llegado a uno de sus límites de potencia reactiva tratar a esta como una barra PQ.

3.6.3 Límites en las barras REI P.V.

Los límites de potencia reactiva producida por las barras PV REI son igual a la suma de los límites de las barras PV incorporadas en ese equivalente REI.

Puesto que la barra PV REI proporciona la potencia reactiva necesaria podríamos no usar la barra PQ-REI y reducir las con los métodos anteriores significando esto que las barras de carga y todas las barras de generación que estén en sus límites podrían ser eliminadas.


```
DIMENSIONAMIENTO Y DECLARACION DE VARIABLES ENTERAS
1) INTEGRO SIGND(10,10),SIG(10),SIGNO(160,160),SIGNOS(10,10),SIGNO2(
+12,12),SIGNO3(160,160),SIG(150),SIG2(150)
DECLARACION DE AREAS COMUNES PARA OCUPAR MENOR ESPACIO DE MEMORIA YA QUE EXISTE UN
COMMON/AREA0/R,2
COMMON/AREA1/Y1,Y2
COMMON/AREA2/Y3
COMMON/AREA3/Y456
COMMON/AREA4/YF
COMMON/AREA5/YEF
COMMON/AREA6/Y11,YH11,Y1B1
COMMON/AREA7/A21,A22
COMMON/AREA8/VREAL1,VIMAG1,VAHS1,SIGNO1
COMMON/AREA9/VREAL2,VIMAG2,VAHS2,SIGNO2
COMMON/AREA10/VIMAG3,VAHS3,SIGNO3
APERTURAS DE ARCHIVOS DE ENTRADA Y SALIDA
CALL SRCH1(1,'FILAS',5,1,TIP,COD)
CALL SRCH2(2,'COLUMNS',6,2,TIP,COD)
ASIGNAR EL NUMERO DE LA UNIDAD DE LECTURA Y EL NUMERO DE LA UNIDAD DE ESCRITURA
LX=15
LXJ=6
WRITE(LXJ,400)
400 FORMAT(1/2X,'.....')
*)
WRITE(LXJ,401)
401 FORMAT(1/3X,'CONVENIO: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL - INGEEL',/)
WRITE(LXJ,402)
402 FORMAT(1/3X,'FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA',/)
WRITE(LXJ,403)
403 FORMAT(1/3X,'PESES EQUIVALENTES DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA
+ PARA ESTUDIOS DE FLUJOS DE CARGA Y ANALISIS DE CONTINGENCIAS',/)
WRITE(LXJ,404)
404 FORMAT(1/3X,'PROGRAMA QUE FORMA PARTE DE LA TESIS PRESENTADO COMO
+ REQUISITO PREVIO A LA',/)
WRITE(LXJ,405)
405 FORMAT(1/3X,'OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO ELECTRICO EN LA ESP
+ ECIALIDAD DE POTENCIA',/)
WRITE(LXJ,405B)
405B FORMAT(1/3X,'OTORGADO POR LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL DE QUITO
+ - ECUADOR',/)
WRITE(LXJ,406)
406 FORMAT(1/3X,'TRABAJO REALIZADO POR: DIEGO J. SARTOLIVA AGUIRRE',/)
WRITE(LXJ,407)
407 FORMAT(1/3X,'DIRECCION DE TESIS: ING. JOSE BARRAGAN',/)
WRITE(LXJ,408)
408 FORMAT(1/3X,'LOS CIRCUITOS EQUIVALENTES SE OBTIENEN POR REDUCCIONE
+ S MATRICIALES',/)
WRITE(LXJ,409)
409 FORMAT(1/3X,'MAPA DE 1.982',/)
WRITE(LXJ,410)
410 FORMAT(1/2X,'.....')
*)
WRITE(LXJ,411)
411 FORMAT(1/3X,'EL PROGRAMA ESTA DISEÑADO PARA LOS SIGUIENTES LIMITES
+ DEL SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA',/)
WRITE(LXJ,412)
412 FORMAT(1/3X,'SISTEMA TOTAL:',/)
WRITE(LXJ,413)
```

```

414 FORMAT(20X,'MAXIMO: 100 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,414)
415 FORMAT(20X,'MINIMO: 10 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,415)
416 FORMAT(20X,'MAXIMO: 1000(LINEAS=TRANSFORMADORES)',/)
WRITE(LKJ1,416)
417 FORMAT(20X,'MINIMO: 10(LINEAS=TRANSFORMADORES)',/)
WRITE(LKJ1,417)
418 FORMAT(17,3X,'SISTEMA INTERNO:',/)
WRITE(LKJ1,418)
419 FORMAT(20X,'MAXIMO: 10 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,419)
420 FORMAT(20X,'MINIMO: 4 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,420)
421 FORMAT(17,2X,'SISTEMA FRONTERA:',/)
WRITE(LKJ1,421)
422 FORMAT(20X,'MAXIMO: 10 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,422)
423 FORMAT(20X,'MINIMO: 2 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,423)
424 FORMAT(17,3X,'SISTEMA EXTERNO:',/)
WRITE(LKJ1,424)
425 FORMAT(20X,'MAXIMO: 100 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,425)
426 FORMAT(20X,'MINIMO: 4 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,426)
427 FORMAT(17,3X,'SISTEMA LITENION=SISTEMA FRONTERA-SISTEMA EXTERNO:',/)
WRITE(LKJ1,427)
428 FORMAT(20X,'MAXIMO: 100 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,428)
429 FORMAT(20X,'MINIMO: 6 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,429)
430 FORMAT(17,2X,'.....')
WRITE(LKJ1,430)
*)
READ(IJXL+23)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8,W9,Z10,W11,W12,W13,W14,W15
23 FORMAT(15A9)
: LEE* PARAMETROS DE ENTRADA
READ(IJXL+24)A,AB,AC,AD,AE,AF,AG
24 FORMAT(8I5,2X,F4.1)
* CALCULO DE PARAMETROS NECESARIOS PARA EL PROGRAMA
NY2Y=14Z
NA=NA-AB
NAH=NA-AH
NF=NA-NE
NMAX=NMAX-AC
CHECKER QUE LOS PARAMETROS ESTEN DENTRO DE LOS LIMITES DEL PROGRAMA
CR=CR+1
IF(NA.LT.10.OR.NA.GT.10)GO TO 100
300 IF(AB.LT.10.OR.AB.GT.10)GO TO 101
301 IF(AC.LT.0.OR.AC.GT.250)GO TO 102
302 IF(AD.LT.4.0940.GT.12)GO TO 103
303 IF(AE.LT.2.0040.GT.10)GO TO 104
304 IF(AF.LT.0.0040.GT.10)GO TO 105
305 IF(AG.LT.5.0040.GT.10)GO TO 106
306 IF(N.LT.10)GO TO 107
307 IF(NH.LT.0)GO TO 108
308 IF(NF.LT.0)GO TO 109
309 IF(CR.LT.1)GO TO 109
310 IF(ERROR.LE.01)GO TO 50
WRITE(LKJ1,500)

```


IMPRIME LOS DATOS DEL SISTEMA

RESISTENCIAS, REACTANCIAS DE LAS LINEAS Y TRANSFOR

CALL IMPRES (NA,MAS, MENOS, LKJ1)

WRITE(LKJ1,607)

601 FORMAT(/,2X, '.....',/

*)

WRITE(LKJ1,1000)

1002 FORMAT(/,37X, 'PARA X',5X, 'BARNA Y',10X, 'SUCEPTANCIA (P.U.)')

WRITE(LKJ1,1001)

1001 FORMAT(/,7)X, 'JH(P.U.)',/)

IMPRIME LOS DATOS DEL SISTEMA

SUCEPTANCIAS DE LAS LINEAS Y TRANSFORMADORES DEL S

CALL IMPRES (NA,MAS, MENOS, LKJ1)

WRITE(LKJ1,1002)

1002 FORMAT(/,2X, '.....',/

*)

WRITE(LKJ1,702)

702 FORMAT(/,33X, 'PARA X',20X, 'POTENCIA APARENTE NETA (P.U.)')

WRITE(LKJ1,702)

703 FORMAT(/,56X, 'POTENCIA ACTIVA',5X, 'POTENCIA REACTIVA')

WRITE(LKJ1,704)

704 FORMAT(/,63X, 'JH(P.U.)',11X, 'JL(P.U.)',/)

IMPRIME LOS DATOS DEL SISTEMA

POTENCIAS NETAS DE LAS BARRAS DEL SISTEMA EXTERIO

CALL IMPRES (S,MAS, MENOS, A12, B12, C12, SIG, VO, LKJ1)

WRITE(LKJ1,705)

705 FORMAT(/,2X, '.....',/

*)

WRITE(LKJ1,709)

709 FORMAT(/,23X, 'PARA X',20X, 'VOLTAJE (P.U.)',/)

IMPRIME LOS DATOS DEL SISTEMA

VOLTAJES DE BARRA DEL SISTEMA EXTERIOR

CALL IMPRES (E,MAS, MENOS, A11, B11, C11, SIG, VO, LKJ1)

WRITE(LKJ1,701)

701 FORMAT(/,2X, '.....',/

*)

CALCULAR LA MATRIZ ADMITANCIA DE BARRA DEL SISTEMA TOTAL

CALL YBARRA (E2,NA)

WRITE(LKJ1,609)

609 FORMAT(50X, 'R E S U L T A D O S',/)

WRITE(LKJ1,26)

26 FORMAT(/,45X, 'MATRIZ ADMITANCIA DE BARRA (YBUS)',/)

WRITE(LKJ1,27)

27 FORMAT(32X, 'BARRA X',5X, 'BARRA Y',20X, 'ADMITANCIA (P.U.)',/)

WRITE(LKJ1,300)

300 FORMAT(7)X, 'G(P.U.)',5X, 'JH(P.U.)',/)

IMPRIME LA MATRIZ ADMITANCIA DE BARRA DEL SISTEMA TOTAL

CALL IMPRES (NA,MAS, MENOS, LKJ1)

WRITE(LKJ1,601)

601 FORMAT(/,2X, '.....',/

*)

OSTENER LA CONJUGADA DEL VECTOR DE POTENCIAS NETAS DE BARRA

CALL CONJ (S,SCONJ,N)

OSTENER LA CONJUGADA DEL VECTOR DE VOLTAJES DE BARRA

CALL CONJ (E,ECONJ,N)

```

CALCULAR EL VECTOR DE CORRIENTES NETAS INYECTADAS DE BARRA
  CALL COP1 (SCONJ, ECONJ, F, N)
REALIZAR PARTICIONES EN MATRICES O ARREGLOS GRANDES
  CALL PART11 (NB, N)
REALIZAR PARTICIONES EN MATRICES Y VECTORES PEQUEÑOS
  CALL PART2 (YB, YB1, YB2, F, P, F1, F2, F3, F4, N1, N2, N3, N4)
REALIZAR PARTICIONES EN MATRICES PEQUEÑAS
  CALL PART3 (YB, YB1, YB2, YB3, NB, N1, N2, N3, N4)
INVERTIR MATRICES GRANDES
  CALL DPH101 (NMAX, NB, OFT, IAU)
MULTPLICAR MATRICES GRANDES
  CALL MULT1 (YB, YB1, NB, NB1, NB2)
MULTPLICAR MATRICES PEQUEÑAS
  CALL MULT2 (YB1, YB2, YB3, NB1, NB2, NB3)
MULTPLICAR MATRICES + VECTORES
  CALL MULT3 (YB1, YB2, YB3, NB1, NB2)
RESTAR MATRICES
  CALL REST (YB1, YB2, YB3, NB)
RESTAR VECTORES
  CALL REST1 (YB, YB1, YB2, NB)
DEFINIR LA CONJUNCIÓN DE EL VECTOR DE CORRIENTES EQUIVALENTES
  CALL CONJ (F, F1, FCONJ, N)
OBTENER EL VECTOR DE POTENCIAS EQUIVALENTES
  CALL POTEN (E, FCONJ, N1, N2)
  WRITE(LA, 1, 25)
25 FORMAT(2X, 'MATRIZ DE ADMITANCIA EQUIVALENTE (YEQ)')
  WRITE(LA, 1, 25)
26 FORMAT(12X, 'BARRA X', EX, 'BARRA Y', 20X, 'ADMITANCIA (P.U.)')
  WRITE(LA, 1, 202)
602 FORMAT(1X, '(P.U.)', 1X, 'J (P.U.)', //)
IMPRIMIR LA MATRIZ DE ADMITANCIA EQUIVALENTE
  CALL IMPR1 (YEQ, NB, N1, N2, N3, N4, A, B, C, SIGNO, NO, LKJ1)
  WRITE(LKJ1, 803)
803 FORMAT(1, 2X, '.....')
  )
  WRITE(LA, 1, 35)
25 FORMAT(40X, 'VECTOR DE POTENCIA EQUIVALENTE (SEQ)')
  WRITE(LKJ1, 32)
35 FORMAT(32X, 'BARRA X', 22X, 'POTENCIA APARENTE NETA (P.U.)')
  WRITE(LA, 1, 324)
604 FORMAT(6X, 'POTENCIA ACTIVA', 6X, 'POTENCIA REACTIVA', //)
  WRITE(LKJ1, 305)
804 FORMAT(6X, '(P.U.)', 11X, 'J (P.U.)', //)
IMPRIMIR EL VECTOR DE POTENCIAS EQUIVALENTES
  CALL IMPR1 (SEQ, N1, N2, N3, N4, A, B, C, SIGNO, NO, LKJ1)
  WRITE(LKJ1, 805)
805 FORMAT(1, 2X, '.....')
  )
  IF YEQ(0,1) GO TO 50
INVERTIR MATRICES GRANDES
  CALL DPH102 (NMAX, N1, N2, IAU)
MULTPLICAR MATRICES GRANDES
  CALL MULT1 (Y, N1, Y1, N2, N1, N2)
MULTPLICAR MATRICES PEQUEÑAS
  CALL MULT2 (Y, N1, Y2, N2, N1, N2)
RESTAR MATRICES
  CALL REST (Y1, Y2, Y3, N1)
  WRITE(LA, 1, 45)

```

```
21 Y1(I3,J2)=0.
22 CONTINUE
   DO 40 I4=1,NA
   DO 40 J4=1,NA
   IF(I4.EQ.J4)GO TO 41
   Y2(I4,J4)=Y1(I4,J4)-Y1(J4,I4)
   GO TO 40
41 Y2(I4,J4)=0.
42 CONTINUE
   DO 50 I5=1,NA
   DO 50 J5=1,NA
   Y3(I5,J5)=-Y2(I5,J5)
53 CONTINUE
   DO 60 I6=1,NA
   DO 60 J6=1,NA
   Y3(I6,I6)=Y2(I6,I6)+Y2(I6,J6)
63 CONTINUE
   DO 70 I7=1,NA
   DO 70 J7=1,NA
   E2(I7)=E(I7,J7)+E2(I7)
72 CONTINUE
   DO 80 I8=1,NA
   Y3(I8,I8)=Y2(I8,I8)+H2(I8)
82 CONTINUE
RETURN
END

IMPRIMER LA MATRIZ ADMITANCIA DE BARRA
SUBROUTINE IMPR (N,NAS,HERES,LAM)
COMPLEX D(160,160)
DIMENSION VR(16),VIMAG(160,160),VARS(160,160)
INTEGER SIGNO(160,160)
COMMON/AREA2/V
COMMON/AREA2/VREAL,VIMAG,VARS,SIGNO
DO 10 I=1,N
DO 10 J=1,N
VREAL(I,J)=VREAL(0(I,J))
VIMAG(I,J)=VIMAG(0(I,J))
VARS(I,J)=VARS(VIMAG(I,J))
IF(VIMAG(I,J).EQ.0.) GO TO 15
SIGNO(I,J)=-ENOS
15 SIGNO(I,J)=VARS
17 CONTINUE
   DO 20 I=1,N
   DO 20 L=1,N
   IF(VREAL(K,L).F12.5.AND.VIMAG(K,L).EQ.0)GO TO 20
   WRITE(L,KJ,1) K,L,VREAL(K,L),VIMAG(K,L),VARS(K,L)
11 FORMAT(2X,15,F12.5,15,F12.5,15,F12.5,15,41,F12.5,15,/)
20 CONTINUE
23 CONTINUE
RETURN
END

OBTENER LA CONJUGADA DE UN VECTOR
SUBROUTINE CONJ (A,R,N)
COMPLEX A(N),B(N)
DO 10 I=1,N
B(I)=CONJG(A(I))
12 CONTINUE
RETURN
END
```

```

      Y2=(X,LL)=YE*(M9H,LL)
40 CONTINUE
   DO 42 J=1,N
      F(1,J)=F(1,J)
      E2(1,J)=E(1,J)
42 CONTINUE
   DO 44 I=1,M
      Y1=1+I
      F(1,I)=F(1,I)
      E2(1,I)=E(1,I)
44 CONTINUE
      F(1,1)=.
      E2(1,1)=.
      END
1..FATER UNA MATRIZ
SUBROUTINE DPM101 (M014,M,DFT,IX)
  COMPLEA A(143,143),CLT
  DIMENSION IX(0,0,0)
  COMMON/AREA5/A
  DO 10 K=1,M
10 IX(K)=0
  DET=.
  51 DO 50 K=1,M
    IF(IX(K)-1).EQ.0 GO TO 2)
  50 CONTINUE
  RETURN
  21 I1=ABS(SPEAL(A(I,KI)))+ABS(AMAG(A(KI,KI)))
  K=K1
  DO 30 KJ=1,M
    IF(I1*(KJ).EQ.1) GO TO 30
    IJ=ABS(SPEAL(A(IJ,KJ)))+ABS(AMAG(A(KJ,KJ)))
    IF(IJ.GE.IJ) GO TO 20
    I=IJ
    K=KJ
  30 CONTINUE
  IF(I1.LT.1.E-10) GO TO 70
2..A CAYENEA EL VALOR DEL DETERMINANTE QUITAR LA "C" DE LA SIGUIENTE TARJETA
  DET=DET*A(I,K)
  A(K,K)=1./A(K,K)
  DO 40 J=1,M
    IF(J.EQ.K) GO TO 40
    A(I,J)=A(I,K)*A(K,K)
  40 CONTINUE
  DO 50 J=1,M
    IF(J.EQ.K) GO TO 50
    Y1=ABS(REAL(A(1,K)))+ABS(AMAG(A(1,K)))
    IF(I1.EQ.K).OR.(I1.LT.1.E-10)) GO TO 50
    DO 60 J=1,M
      IF(J.EQ.K) GO TO 60
      A(I,J)=A(1,J)-A(1,K)*A(K,J)
  60 CONTINUE
  A(I,K)=-A(I,K)+A(K,K)
  50 CONTINUE
  IX(I)=I
  GO TO 51
  70 DET=.
  RETURN
  END
MULTIPLICAR MATRICES
SUBROUTINE MULT10 (A,B,C,N1,N2,N3)
  COMPLEA A(1,1,N3),B(1,1,N2),C(1,1,N2)

```

```
      DO 10 L=1,N1
      DO 10 M=1,N2
      C(L,M)=(0.0,0.0)
10 CONTINUE
      DO 20 I=1,N1
      DO 20 J=1,N2
      DO 20 K=1,N2
      C(I,J)=C(I,J)+A(I,K)*B(K,J)
20 CONTINUE
      RETURN
      END
MULTIPLIER MATRICES
      SUBROUTINE MULT11 (A,C,N1,N2,N3)
      COMPLEX A(N1,N3),B(140,140),C(N1,N2)
      COMMON/ARCS/PI
      DO 10 L=1,N1
      DO 10 M=1,N2
      C(L,M)=(0.0,0.0)
10 CONTINUE
      DO 20 I=1,N1
      DO 20 J=1,N2
      DO 20 K=1,N2
      C(I,J)=C(I,J)+A(I,K)*B(K,J)
20 CONTINUE
      RETURN
      END
MULTIPLIER MATRICES
      SUBROUTINE MULT12 (A,C,N1,N2,N3)
      COMPLEX A(N1,N2),B(140,140),C(N1,N2)
      COMMON/ARCS/PI
      DO 10 L=1,N1
      DO 10 M=1,N2
      C(L,M)=(0.0,0.0)
10 CONTINUE
      DO 20 I=1,N1
      DO 20 J=1,N2
      DO 20 K=1,N2
      C(I,J)=C(I,J)+A(I,K)*B(K,J)
20 CONTINUE
      RETURN
      END
MULTIPLIER UDA MATRIX - ON VECTOR
      SUBROUTINE MULT13 (A,C,N1,N2)
      COMPLEX A(N1,N2),B(N2),C(N1)
      DO 10 L=1,N1
      C(L)=(0.0,0.0)
10 CONTINUE
      DO 20 I=1,N1
      DO 20 J=1,N2
      C(I)=C(I)+A(I,J)*B(J)
20 CONTINUE
      RETURN
      END
RESTS MATRICES
      SUBROUTINE REST (A,B,C,N1)
      COMPLEX A(N1,N1),B(N1,N1),C(N1,N1)
      DO 10 I=1,N1
      DO 10 J=1,N1
      C(I,J)=A(I,J)-B(I,J)
10 CONTINUE
```

```
RETURN
END
RESTAR VECTORES
SUBROUTINE REST1 (A,B,C,N)
COMPLEX A(N),B(N),C(N)
DO 10 I=1,N
C(I)=A(I)-B(I)
10 CONTINUE
RETURN
END
CALCULAR EL VECTOR DE POTENCIAS
SUBROUTINE POTEN (E,FCONJ,SEQ,N)
COMPLEX E(N),FCONJ(N),SEQ(N)
DO 10 I=1,N
SEQ(I)=E(I)*FCONJ(I)
10 CONTINUE
RETURN
END
IMPRIMIR UNA MATRIZ
SUBROUTINE IMPR14 (N,N,MAS,RENDOS,VREAL,VIMAG,VABS,SIGNO,LD,LKJ)
COMPLEX D(N,N)
DIMENSION VREAL(N),VIMAG(N),VABS(N)
INTEGER SIGNO(N)
DO 10 I=1,N
DO 20 J=1,N
VREAL(I,J)=REAL(D(I,J))
VIMAG(I,J)=AIMAG(D(I,J))
VABS(I,J)=ABS(VIMAG(I,J))
IF(VIMAG(I,J).GE.0.) GO TO 15
SIGNO(I,J)=MENDOS
GO TO 15
15 SIGNO(I,J)=MAS
10 CONTINUE
DO 20 K=1,N
DO 20 L=1,N
K1=K-ND
L1=L-ND
WRITE(LKJ,11) K1,L1,VREAL(K,L),SIGNO(K,L),VABS(K,L)
11 FORMAT(33,15,6X,15,15X,F12.5,3,41,F12.5,'J',/)
20 CONTINUE
RETURN
END
IMPRIMIR UN VECTOR
SUBROUTINE IMPR11 (N,N,MAS,RENDOS,VREAL,VIMAG,VABS,SIG,LD,LKJ)
COMPLEX D(N)
DIMENSION VREAL(N),VIMAG(N),VABS(N)
INTEGER SIG(N)
DO 10 I=1,N
VREAL(I)=REAL(D(I))
VIMAG(I)=AIMAG(D(I))
VABS(I)=ABS(VIMAG(I))
IF(VIMAG(I).GE.0.) GO TO 15
SIG(I)=MENDOS
GO TO 10
15 SIG(I)=MAS
10 CONTINUE
DO 20 K=1,N
K1=K-ND
L1=L-ND
WRITE(LKJ,12) K1,VREAL(K),SIG(K),VABS(K)
12 FORMAT(33,15,20X,F12.5,5,41,F12.5,'J',/)
```

```
23 CONTINUE
RETURN
END

DEFINIR LA PARTICION DE METALES
SUBROUTINE PARTI2 (YCE, YEN, YJE, YWCR, YWNE, YNF, YNN)
COMPLEX YCE(140,140), YEN(140,140), YWCR(140,140), YWNE(140,140), YNF(140,140), YNN(140,140)
COMMON/APPCAS/YCE
COMMON/APPCAS/YEN
COMMON/APPCAS/YWCR
COMMON/APPCAS/YWNE
COMMON/APPCAS/YNF
COMMON/APPCAS/YNN
DO 10 I=1,NF
DO 10 J=1,NF
K=I+NE
L=J+NE
YEN(I,J)=YCE(K,L)
10 CONTINUE
DO 20 I=1,WN
DO 20 J=1,NF
L=J+NE
YEN(I,J)=YEN(I,L)
20 CONTINUE
DO 30 I=1,NF
DO 30 J=1,WN
K=I+NE
YEN(I,J)=YEN(K,J)
30 CONTINUE
RETURN
END

INVERTIR UNA MATRIZ
SUBROUTINE LPH12 (M01,M0,DET,19)
COMPLEX A(140,140),DET
DIMENSION I*(0:140)
COMMON/APPCAS/A
DO 10 K=1,N
10 I(K)=0
DET=1.
51 DO 20 K=1,N
IF(I(K).EQ.0) GO TO 21
20 CONTINUE
RETURN
21 T1=ABS(REAL(A(K,K))) + ABS(AIMAG(A(K,K)))
K=K+1
DO 30 KJ=1,N
IF(I(KJ).EQ.1) GO TO 31
TJ=ABS(REAL(A(KJ,KJ))) + ABS(AIMAG(A(KJ,KJ)))
IF(T1.GE.TJ) GO TO 30
T1=TJ
K=KJ
30 CONTINUE
IF(T1.LT.1.E-10) GO TO 70
PARA OBTENER EL VALOR DEL DETERMINANTE QUITAR LA "C" DE LA SIGUIENTE TARJETA
DET=DET*A(K,K)
A(K,K)=1./A(K,K)
DO 40 J=1,N
IF(J.EQ.K) GO TO 5.
A(K,J)=A(K,J)-A(K,K)
40 CONTINUE
DO 50 I=1,N
T1K=ABS(REAL(A(I,K))) + ABS(AIMAG(A(I,K)))
IF((I.FJ.FI.OR.(I1K.LI.).E-10)) GO TO 50
DO 60 J=1,N
```

```
IF(J,EG,K) GO TO 60
A(I,J)=A(I,J)-A(I,K)*A(K,J)
20 CONTINUE
A(I,K)=-A(I,K)+A(K,K)
30 CONTINUE
I*(K)=I
GO TO 51
70 DEF=0.
RETURN
END
IMPRIAR LOS DATOS
SUBROUTINE IMPRES (I,MAS,MENOS,LKJI)
COMPLEX D(160,160),D1(160,160)
DIMENSION VREAL2(160,160),VMAG2(160,160),VABS2(160,160)
INTEGER SIGNO2(160,160)
COMMON/AREA0/D1,D
COMMON/AREA9/VREAL2,VMAG2,VABS2,SIGNO2
DO 10 I=1,N
DO 10 J=1,N
VREAL2(I,J)=REAL(D(I,J))
VMAG2(I,J)=ABS(D(I,J))
VABS2(I,J)=ABS(VMAG2(I,J))
IF(VMAG2(I,J).GE.0) GO TO 15
SIGNO2(I,J)=MENOS
GO TO 10
15 SIGNO2(I,J)=MAS
20 CONTINUE
DO 30 K=1,N
DO 30 L=1,N
IF(VREAL2(K,L).EQ.0.AND.VMAG2(K,L).EQ.0) GO TO 20
WRITE(LKJI,11)K,L,VREAL2(K,L),SIGNO2(K,L),VABS2(K,L)
11 FORMAT(/,29X,13,9X,13,6X,F12.5,3X,A1,'')2.5,'J')
20 CONTINUE
30 CONTINUE
RETURN
END
IMPRIAR LOS DATOS
SUBROUTINE IMPR(X(I,MAS,MENOS,LKJI)
COMPLEX D(160,160),D1(160,160)
DIMENSION VIMAG3(160,160),VABS3(160,160)
INTEGER SIGNO3(160,160)
COMMON/AREA0/D1,D
COMMON/AREA9/VIMAG3,VABS3,SIGNO3
DO 10 I=1,N
DO 10 J=1,N
VIMAG3(I,J)=AIMAG(D(I,J))
VABS3(I,J)=ABS(VIMAG3(I,J))
VABS3(I,J)=ABS(VIMAG3(I,J))
VABS3(I,J)=ABS(VIMAG3(I,J))
IF(VIMAG3(I,J).GE.0) GO TO 15
SIGNO3(I,J)=MENOS
GO TO 10
15 SIGNO3(I,J)=MAS
20 CONTINUE
DO 30 K=1,N
DO 30 L=1,N
IF(VIMAG3(K,L).EQ.0)GOTO 20
WRITE(LKJI,11)K,L,SIGNO3(K,L),VABS3(K,L)
11 FORMAT(/,39X,13,9X,13,13X,A1,F10.5,'J')
20 CONTINUE
```


DO CONTINUE
RETURN
END

FIN DEL PROGRAMA.

MATRIZ DE ADMITANCIA EQUIVALENTE (YFO)

BARRA X	BARRA Y	ADMITANCIA(P.U.)	
		G(P.U.)	JB(P.U.)
55	55	-0.00047	- 1015.72278J
55	56	0.00000	+ 0.00000J
55	57	0.00000	+ 0.00000J
56	55	0.00000	+ 0.00000J
56	56	1.03176	- 1003.71509J
56	57	-1.03176	+ 3.71473J
57	55	0.00000	+ 0.00000J
57	56	-1.03176	+ 3.71473J
57	57	1.03176	- 12.41018J

VECTOR DE POTENCIA EQUIVALENTE (SEQ)

BARRA X	POTENCIA APARENTE NETA(P.U.)	
	POTENCIA ACTIVA P(P.U.)	POTENCIA REACTIVA JQ(P.U.)
55	-3.14127	- 0.27454J
56	-1.96558	- 0.36091J
57	-0.30209	- 0.14429J

MATRIZ DE ADMITANCIA PARA USO DEL EQUIVALENTE WARD EXTENDIDO

BARRA X	BARRA Y	ADMITANCIA(P.U.)	
		G(P.U.)	JB(P.U.)
55	55	0.11854	- 1019.17444J
55	56	0.00000	+ 0.00000J
55	57	0.00000	+ 0.00000J
56	55	0.00000	+ 0.00000J

56	56	1.98488	- 1009.60291J
56	57	-0.79326	+ 2.38175J
57	55	0.00000	+ 0.00000J
57	56	-0.79326	+ 2.38175J
57	57	1.22431	- 13.33051J

4.2 Programa digital para cálculo de mallas REI de un sistema eléctrico de potencia.

CONVENIO: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - INECEL
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
 PROGRAMA AUXILIAR PARA CALCULAR LOS PARÁMETROS NECESARIOS PREVIO A LA
 SELECCIÓN DE MALLA PARA LA DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE R.C.I.
 (EQUIVALENTE RADIAL INDEPENDIENTE)
 PROYECTO QUE FORMA PARTE DE LA TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
 OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO EN LA ESPECIALIDAD DE POTENCIA
 REALIZADO POR LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL DE QUITO-ECUADOR
 TRABAJO REALIZADO POR: DIEGO J. SANTOLIVA AGUIRRE
 DIRECTOR DE TESIS: ING. JOSÉ MARRAGAN
 MARZO DE 1982

EL PROGRAMA ESTÁ DISEÑADO PARA LOS SIGUIENTES LÍMITES DEL SISTEMA ELÉCTRICO D. P.

SISTEMA INTERNO:
 MÁXIMO: 120 BARRAS
 MÍNIMO: 4 BARRAS

SISTEMA FRONTERAS:
 MÁXIMO: 10 BARRAS
 MÍNIMO: 2 BARRAS

SISTEMA EXTERNO:
 MÁXIMO: 140 BARRAS
 MÍNIMO: 4 BARRAS

SISTEMA EXTERNO= SISTEMA FRONTERA + SISTEMA EXTERNO
 MÁXIMO: 150 BARRAS
 MÍNIMO: 6 BARRAS

PROGRAMA PRINCIPAL

DIMENSIONAMIENTO Y DECLARACIÓN DE VARIABLES COMPLEJAS
 COMPLEX S(150), F(150), SCOMJ(150), F(150), SR(2), FR(2), SCG(140), FCG(1
 40), EEC(140), SCG(140), SEC(140), FCC(140), EEC(140), SCC(140), CSR(2), C
 FR(2), FR(2), YF(2), YFS(140), YFGR(140), ECOMJ(150), ZR(2), ZNG(140), Z
 NSG(140)

DIMENSIONAMIENTO DE VARIABLES REALES
 DIMENSION: VR(2), VC(140), VC(140), A1(2), A2(2), A3(2), B1(140), B2(140),
 B3(140), C1(140), C2(140), C3(140), D1(2), D2(2), D3(2), A21(140), A22(140
), E1(2), E2(2), F2(2), A11(150), B11(150), C11(150), A12(150), B12(150), C
 12(150)

DIMENSIONAMIENTO Y DECLARACIÓN DE VARIABLES ENTERAS
 INTEGER SIG(2), SIG1(140), SIG2(140), SIG4(2), SIG5(2), RADIAL(140), SIG
 1(150), SIG4(150), P1, K2

APERTURA DE ARCHIVOS DE ENTRADA Y SALIDA
 CALL SRCHY(1, 'SRCHY', 5, 1, 'IP', 'COD')
 CALL SRCHY(2, 'SRCHY', 6, 2, 'IP', 'COD')

ASIGNAR EL NÚMERO DE LA UNIDAD DE LECTURA Y EL NÚMERO DE LA UNIDAD DE ESCRITURA
 IJKL=5
 LMNO=5
 PQRST(LNMI, 400)

```
400 FORMAT(/,2X,'.....',/
*)
WRITE(LKJ1,401)
401 FORMAT(/,3X,'CONVENIO: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL - INECEL',/)
WRITE(LKJ1,402)
402 FORMAT(/,3X,'FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA',/)
WRITE(LKJ1,403)
403 FORMAT(/,3X,'CALCULO DE PARAMETROS NECESARIOS PREVIO A LA REDUCCIO
N DE MALLA PARA LA OBTENCION DEL EQUIVALENTE R.E.T.',/)
WRITE(LKJ1,406)
406 FORMAT(/,3X,'EQUIVALENTE RADIAL INDEPENDIENTE',/)
WRITE(LKJ1,404)
404 FORMAT(/,3X,'PROGRAMA QUE FORMA PARTE DE LA TESIS PRESENTADA COMO
REQUISITO PREVIO A LA',/)
WRITE(LKJ1,405)
405 FORMAT(/,3X,'OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO ELECTRICO EN LA ESP
ECIALIDAD DE POTENCIA',/)
WRITE(LKJ1,40501)
40501 FORMAT(/,3X,'OTORGADO POR LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL QUITO -
ECUADOR',/)
WRITE(LKJ1,406)
406 FORMAT(/,3X,'TRABAJO REALIZADO POR: DIEGO J. SANTOLIVA AGUIRRE',/)
WRITE(LKJ1,407)
407 FORMAT(/,3X,'DIRECCION DE TESTES: ING. JOSE BARRAGAN',/)
WRITE(LKJ1,409)
409 FORMAT(/,3X,'AÑO DE 1.982',/)
WRITE(LKJ1,410)
410 FORMAT(/,2X,'.....',/
*)
WRITE(LKJ1,411)
411 FORMAT(/,3X,'EL PROGRAMA ESTA DISEÑADO PARA LOS SIGUIENTES LIMITES
DEL SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA',/)
WRITE(LKJ1,417)
417 FORMAT(/,3X,'SISTEMA INTERNO:',/)
WRITE(LKJ1,418)
418 FORMAT(20X,'MAXIMO: 130 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,419)
419 FORMAT(20X,'MINIMO: 4 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,420)
420 FORMAT(/,3X,'SISTEMA FRONTERA:',/)
WRITE(LKJ1,421)
421 FORMAT(20X,'MAXIMO: 10 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,422)
422 FORMAT(20X,'MINIMO: 2 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,423)
423 FORMAT(/,3X,'SISTEMA EXTERNO:',/)
WRITE(LKJ1,424)
424 FORMAT(20X,'MAXIMO: 140 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,425)
425 FORMAT(20X,'MINIMO: 4 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,426)
426 FORMAT(/,3X,'SISTEMA EXTERIOR=SISTEMA FRONTERA+SISTEMA EXTERNO',/)
WRITE(LKJ1,427)
427 FORMAT(20X,'MAXIMO: 150 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,428)
428 FORMAT(20X,'MINIMO: 6 BARRAS',/)
WRITE(LKJ1,429)
429 FORMAT(/,2X,'.....',/
```

```
.....,/  
*)  
21 FORMAT(1JXL,23)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8,W9,W10,W11,W12,W13,W14,W15  
22 FORMAT(152*)  
LEER LOS PARAMETROS DE ENTRADA  
23 READ(1JXL,24)A,B,C,D  
24 FORMAT(1415)  
CALCULO DE LOS PARAMETROS NECESARIOS PARA EL PROGRAMA  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000
```

```

WRITE(LKJ),702)
702 FORMAT(//,33X,'BARRA ',20X,'POTENCIA APARENTE NETA (P.U.)')
WRITE(LKJ),703)
703 FORMAT(//,58X,'POTENCIA ACTIVA',5X,'POTENCIA REACTIVA')
WRITE(LKJ),704)
704 FORMAT(//,63X,'P(P.U.)',11X,'Q(P.U.)',//)
IMPRIMIR LOS DATOS DEL SISTEMA
POTENCIAS NETAS DE LAS BARRAS DEL SISTEMA EXTERIOR
CALL IMPR11 (S,N,MAS,PEROS,R12,C12,SIG5,ND,LKJ),XX)
WRITE(LKJ),705)
705 FORMAT(//,2X,'.....')
*)
WRITE(LKJ),700)
700 FORMAT(//,33X,'BARRA ',28X,'VOLTAJE (P.U.)',//)
IMPRIMIR LOS DATOS DEL SISTEMA
VOLTAJES DE BARRA DEL SISTEMA EXTERIOR
CALL IMPR11 (E,N,MAS,HEMOS,R11,C11,SIG5,ND,LKJ),XX)
WRITE(LKJ),701)
701 FORMAT(//,2X,'.....')
*)
*)
*)
OBTENER LA CONJUGADA DEL VECTOR DE POTENCIAS NETAS DE BARRA
CALL CONJ (S,SECONJ,N)
OBTENER LA CONJUGADA DEL VECTOR DE VOLTAJES DE BARRA
CALL CONJ (E,ECONJ,N)
CALCULAR EL VECTOR DE CORRIENTES NETAS INYECTADAS EN LAS BARRAS
CALL COR1 (SFG,NJ,ECONJ,C,N)
CALCULAR LOS PARÁMETROS NECESSARIOS PARA EL EQUIVALENTE R.E.I.
CALL RE1 (S,F,C,SEG,FCG,ECG,SCG,S,C,E,SCONJ,SEC,FEC,ECC,SEC,ESP,CF
R,CF,VR,YR,VG,17G1,VC,YMG2,N1,G2,N3,N,UN,2K,2NG1,2VG2,A21,A22)
WRITE(LKJ),4500)
4500 FORMAT(//,50X,'R E S U L T A D O S',//)
WRITE(LKJ),4501)
4501 FORMAT(//,2X,'.....')
*)
WRITE(LKJ),45)
45 FORMAT(//,25X,'VECTOR DE VOLTAJE EQUIVALENTE EN LAS BARRAS R.E.I.')
WRITE(LKJ),46)
46 FORMAT(//,17X,'BARRA DE GENERACION R.E.I.',17X,'BARRA DE CARGA R.E.I.')
*)
WRITE(LKJ),4502)
4502 FORMAT(28X,'VR1',38X,'VR2')
IMPRIMIR LOS VOLTAJES DE LAS BARRAS R.E.I.
CALL IMPR11 (E,N,MAS,HEMOS,C12,C2,C3,SIG5,ND,LKJ),XX)
WRITE(LKJ),460)
460 FORMAT(//,2X,'.....')
*)
WRITE(LKJ),45)
45 FORMAT(//,25X,'VECTOR DE POTENCIA EQUIVALENTE EN LAS BARRAS R.E.I.')
WRITE(LKJ),465)
465 FORMAT(//,17X,'BARRA DE GENERACION R.E.I.',17X,'BARRA DE CARGA R.E.I.')
*)
WRITE(LKJ),4503)
4503 FORMAT(28X,'SR1',38X,'SR2')
WRITE(LKJ),4504)
4504 FORMAT(19X,'P(P.U.)',5X,'Q(P.U.)',10X,'P(P.U.)',5X,'Q(P.U.)')

```



```
WRITE(LKJ1,4600)
5000 FORMAT(12X,'BARRA X',4X,'BARRA Y',6X,'G(P.U.)',9X,'JG(P.U.)')
C IMPEDIR EL VECTOR DE ADMITANCIAS EQUIVALENTES A LA BARRA DE CARGA F.C.1.
CALL IMPF12 (1,2,2,N2,NAS,MFNDS,C1,C2,C3,SIG2,LKJ1,ND,HN,HU,RADIAL,
*1,*,*1,42)
WRITE(LKJ1,4606)
5001 FORMAT(17,2X,'.....')
*1
WRITE(LKJ1,461)
6000 FORMAT(10X,'VECTOR DE IMPEDANCIA EQUIVALENTE A LA BARRA DE CARGA R
*.1,1,1)
WRITE(LKJ1,4602)
5600 FORMAT(12X,'BARRA X',4X,'BARRA Y',6X,'R(P.U.)',9X,'JX(P.U.)')
C IMPEDIR EL VECTOR DE IMPEDANCIAS EQUIVALENTES A LA BARRA DE CARGA R.C.1.
CALL IMPR12 (2,2,2,N2,NAS,MFNDS,C1,C2,C3,SIG2,LKJ1,ND,HN,HU,RADIAL,
*1,*,*1,42)
WRITE(LKJ1,4609)
5601 FORMAT(17,2X,'.....')
*1
GO TO 50
C IMPEDIR LOS ERRORES DE LOS PARAMETROS DEL SISTEMA TOTAL SI EXISTEN
100 WRITE(LKJ1,200)
200 FORMAT(15,'ERROR EN LA ENTRADA DEL PARAMETRO N ESTA FUERA DE LOS L
-LIMITES',/)
ERROR=ERROR+1.
GO TO 300
101 WRITE(LKJ1,201)
201 FORMAT(15,'ERROR EN LA ENTRADA DEL PARAMETRO MN ESTA FUERA DE LOS
-LIMITES',/)
ERROR=ERROR+1.
GO TO 301
102 WRITE(LKJ1,202)
202 FORMAT(15,'ERROR EN LA ENTRADA DEL PARAMETRO M1 ESTA FUERA DE LOS
-LIMITES',/)
ERROR=ERROR+1.
GO TO 302
103 WRITE(LKJ1,203)
203 FORMAT(15,'ERROR EN LA ENTRADA DEL PARAMETRO ND ESTA FUERA DE LOS
-LIMITES',/)
ERROR=ERROR+1.
GO TO 303
104 WRITE(LKJ1,204)
204 FORMAT(15,'ERROR EN LA ENTRADA DEL PARAMETRO N O DEL PARAMETRO MN
YA QUE SIEMPRE HA,KN',/)
ERROR=ERROR+1.
GO TO 304
105 WRITE(LKJ1,205)
205 FORMAT(15,'ERROR EN LA ENTRADA DEL PARAMETRO N1 YA QUE SIEMPRE H1C
*1,1,1,/)
ERROR=ERROR+1.
GO TO 305
E1 WRITE(LKJ1,5)ERROR
E1 FORMAT(17,1X,'NUMERO TOTAL DE ERRORES = ',F5.1)
C CIERRE DE ARCHIVOS DE ENTRADA Y SALIDA
CALL SPCH11(1,'RADIO',5,1,TIP,COD)
CALL SPCH11(4,'IMPED',6,2,TIP,COD)
CALL EXIT
END
```


SUBROUTINAS

LEER LOS DATOS

```
SUBROUTINE LDEF (S,C,MAS,MEHDS,N,IJKL,R1,R2)
  COMPLEX S(N),C(N)
  INTEGER R1,R2
  READ(IJKL,7)(S(K),K=1,N)
  7 FORMAT(3(F9.5,3X,F9.5,3X))
  READ(IJKL,8)(C(L),L=1,N)
  8 FORMAT(3(F11.8,1X,F11.8,1X))
  READ(IJKL,9)MAS,MEHDS
  9 FORMAT(2A1)
  READ(IJKL,10)R1,R2
  10 FORMAT(2A2)
  RETURN
END
```

CONJUGAR LA CONJUGADA DE UN VECTOR

```
SUBROUTINE CONJ (A,B,N)
  COMPLEX A(N),B(N)
  DO 10 I=1,N
    K=I
    B(I)=CONJG(A(I))
  10 CONTINUE
  RETURN
END
```

CALCULAR EL VECTOR DE CORRIENTES NETAS

```
SUBROUTINE CDR (A,B,C,N)
  COMPLEX A(N),B(N),C(N)
  DO 10 I=1,N
    C(I)=A(I)/B(I)
  10 CONTINUE
  RETURN
END
```

IMPRIMIR UN VECTOR

```
SUBROUTINE IMPRIM (O,R,MAS,MEHDS,VREAL,VIMAG,VABS,SIG,YD,LKJ,XX)
  COMPLEX O(N)
  DIMENSION VREAL(N),VIMAG(N),VABS(N)
  INTEGER SIG(N)
  DO 10 I=1,N
    VREAL(I)=REAL(O(I))
    VIMAG(I)=AIMAG(O(I))
    VABS(I)=ABS(VIMAG(I))
    IF(VIMAG(I).GE.0.) GO TO 15
    SIG(I)=-MEHDS
    GO TO 10
  15 SIG(I)=MAS
  10 CONTINUE
  IF(X.EQ.0) GO TO 20
  WRITE(LKJ,12) (VREAL(I),SIG(I),VABS(I),I=1,N)
  12 FORMAT(2(15X,F10.5,4X,21,F10.5,'J'),//)
  GO TO 45
  20 DO 20 K=1,N
    K1=K+ME
    WRITE(LKJ,13)K1,VREAL(K),SIG(K),VABS(K)
  13 FORMAT(3X,15,26X,F12.5,5X,41,F12.5,'J',//)
  20 CONTINUE
  45 RETURN
END
```

```
IMPR11= UN VECTOR
SU=DOTIME IMPR12 ID,N,MAS,PERIODS,VREAL,VIMAG,VABS,SIG,LKJ1,ND,AN,V
R,RADIAL,RR,R1,R2)
COMPLEX D(N)
DIMENSION VREAL(N),VIMAG(N),VABS(N)
INTEGER SIG(N),RADIAL(N),R1,R2
DO 10 I=1,N
  VREAL(I)=REAL(D(I))
  VIMAG(I)=AIMAG(D(I))
  VABS(I)=ABS(VIMAG(I))
  IF(VIMAG(I).GE.0) GO TO 15
  SIG(I)=-DABS
  GO TO 10
15 SIG(I)=DABS
103 IF(N.EQ.0) GO TO 16
  RADIAL(I)=R1
  LI=D+R1
  GO TO 10
10 RADIAL(I)=R2
  LI=D+R1+R2
12 CONTINUE
DO 20 K=1,N
  K1=K-LI
  IF(VPE>L(K),EC,EA+D,VABS(K),EQ.0) GO TO 20
  WRITE(LKJ1,13)RADIAL(K),K1,VREAL(K),SIG(K),VABS(K)
13 FORMAT(5X,I2,' ',I3,5X,F10.5,5X,A1,F10.5,'J',/)
20 CONTINUE
STOP
END

CALCULAR LOS PARAMETROS NECESARIOS PARA EL EQUIVALENTE R.C.T.
SU=DOTIME RFI (SR,FR,SEG,FFG,CFG,SCG,S,F,1,SCONJ,SEC,FCC,CEC,SCC,
-CEP,CFE,ER,VR,VP,V,,YNG1,VC,YNG2,N1,N2,N3,N,NN,2R,2NG1,2NG2,AZ1,AZ
-2)
COMPLEX SR(N1),FR(N1),SEG(N1),FFG(N1),CFG(N1),SCG(N1),S(N),F(N),C1
(N),SCONJ(N),SEC(N2),FCC(N2),CEC(N2),SCC(N2),CSR(N3),CFE(N3),ER(N3)
,YR(N1),YNG1(N1),YNG2(N2),2R(N1),2NG1(N1),2NG2(N2)
DIMENSION VR(N1),VC(N1),VC(N2),AZ1(N2),AZ2(N2)
DO 10 I=1,N3
  SR(I)=0.
  FR(I)=0.
10 CONTINUE
DO 20 J=1,N1
  J1=J+K
  SEG(J)=S(J1)
  FEG(J)=F(J1)
  EEG(J)=F(J1)
  SCC(J)=SCONJ(J1)
20 CONTINUE
DO 30 K=1,N2
  K1=K+K+K1
  SEC(K)=S(K1)
  FCC(K)=F(K1)
  EEC(K)=F(K1)
  SCC(K)=SCONJ(K1)
30 CONTINUE
DO 40 L=1,N2
  IF(L.EQ.1) GO TO 45
  DO 50 L1=1,K1
  SR(L)=SEG(L1)+SR(L)
  FR(L)=FEG(L1)+FR(L)
```

```
53 CONTINUE
54 GO TO 51
45 CONTINUE
55 DO 13 L2=1,N2
56 SR(L)=SEC(L2)+SP(L)
57 FR(L)=FCC(L2)+FR(L)
60 CONTINUE
42 CONTINUE
58 DO 14 M=1,N2
59 CSR(M)=CONJG(SR(M))
60 CFR(M)=CONJG(FR(M))
61 ER(M)=SR(M)/CFR(M)
62 VR(M)=CAES(ER(M))
63 YR(M)=CSR(M)/VR(M)+.2)
64 ZR(M)=1./YR(M)
73 CONTINUE
59 DO 20 M=1,N1
60 VGM(M)=CAES(EGG(M))
61 YNG2(M)=SEC(M)/VGM(M)+.2)
62 ZNG2(M)=1./YNG2(M)
85 CONTINUE
63 DO 56 M=1,N2
64 VC(M)=CAES(ELC(M))
65 YNG2(M)=SEC(M)/VC(M)+.2)
66 AZ1(M)=REAL(YNG2(M))
67 AZ2(M)=AIMAG(YNG2(M))
68 IF(AZ1(M).EQ.0.AND.AZ2(M).NE.0)GO TO 81
69 ZNG2(M)=1./YNG2(M)
70 GO TO 82
81 ZNG2(M)=0.
90 CONTINUE
RETURN
END
```

FIG. DEL PROGRAM.

R E S U L T A D O S

VECTOR DE VOLTAJE EQUIVALENTE EN LAS BARRAS R.E.I.		BARRA DE GENERACION R.E.I.		BARRA DE CARGA R.E.I.	
VR1		VR2			
0.72400	0.63568J	0.72015	0.68425J		

VECTOR DE POTENCIA EQUIVALENTE EN LAS BARRAS R.E.I.			
BARRA DE GENERACION R.E.I.		BARRA DE CARGA R.E.I.	
SR1		SR2	
P(P.U.)	JG(P.U.)	P(P.U.)	JG(P.U.)
0.96800	0.48100J	-5.14501	1.47803J

VECTOR DE ADMITANCIAS EQUIVALENTES ENTRE LAS BARRAS FICTICIAS CREADAS.			
YR1G1		YR2G2	
G(P.U.)	JB(P.U.)	G(P.U.)	JB(P.U.)
0.95018	0.47215J	-5.21373	1.49774J

VECTOR DE IMPEDANCIAS EQUIVALENTES ENTRE LAS BARRAS FICTICIAS CREADAS			
ZR1G1		ZR2G2	
R(P.U.)	JX(P.U.)	R(P.U.)	JX(P.U.)
0.84403	0.41940J	-0.17718	0.05090J

VECTOR DE ADMITANCIA EQUIVALENTE A LA BARRA DE GENERACION R.E.I. (DE VOLTAJE CONTROLADO)				
BARRA X	BARRA Y	G(P.U.)		JB(P.U.)
G1	58	-0.07465	+	0.02938J
G1	59	-0.30642	+	0.14356J
G1	50	-0.22746	+	0.10358J
G1	51	-0.19762	+	0.07114J
G1	52	-0.04325	+	0.01157J
G1	63	-0.08702	+	0.04157J
G1	64	-0.01468	+	0.00704J

VECTOR DE IMPEDANCIA EQUIVALENTE A LA BARRA DE GENERACION R.E.I. (DE VOLTAJE CONTROLADO)				
BARRA X	BARRA Y	R(P.U.)		JX(P.U.)
G1	58	-5.50431	-	6.59969J
G1	59	-2.57328	-	1.25049J
G1	60	-3.56342	-	1.71249J
G1	51	-4.47462	-	1.61366J
G1	52	-21.01640	-	5.33289J
G1	63	-7.35632	-	4.47224J
G1	64	-56.80651	-	28.40926J

VECTOR DE ADMITANCIA EQUIVALENTE A LA BARRA DE CARGA R.E.I.

BARRA X	BARRA Y	G (P.U.)	JR (P.U.)
G2	55	0.17210	- 0.07348J
G2	57	0.10198	- 0.04356J
G2	58	0.04291	- 0.01796J
G2	69	0.39861	- 0.10635J
G2	70	0.24750	- 0.10579J
G2	71	0.13526	- 0.05867J
G2	72	0.24750	- 0.10587J
G2	73	0.17852	- 0.01640J
G2	74	0.23162	- 0.00831J
G2	75	0.24554	- 0.04422J
G2	97	0.07816	- 0.03357J
G2	98	0.22177	+ 0.05344J
G2	99	0.21091	- 0.03027J
G2	100	0.20477	- 0.03765J
G2	101	0.12475	- 0.05289J
G2	102	0.10625	- 0.04523J
G2	103	0.00000	+ 0.14972J
G2	114	0.06288	- 0.03042J
G2	115	0.12333	- 0.00527J
G2	116	0.11084	- 0.04842J
G2	117	0.12304	- 0.06185J
G2	118	0.11701	- 0.05692J
G2	119	0.13263	- 0.05470J
G2	120	0.06966	- 0.02893J
G2	121	0.08609	- 0.03982J
G2	122	0.09381	- 0.03990J
G2	123	0.09879	+ 0.04725J
G2	124	0.08195	- 0.03451J
G2	125	0.15539	- 0.07501J
G2	126	0.10628	- 0.04676J
G2	127	0.12367	- 0.05215J
G2	128	0.15905	- 0.07643J
G2	129	0.10925	- 0.04741J
G2	130	0.15148	- 0.07304J
G2	131	0.07816	- 0.03805J
G2	132	0.08222	- 0.04005J
G2	133	0.10162	- 0.04376J
G2	134	0.07825	- 0.03860J

VECTOR DE IMPEDANCIA EQUIVALENTE A LA BARRA DE CARGA R.E.I.

BARRA X	BARRA Y	R (P.U.)		JX (P.U.)
G2	66	4.91467	+	2.67040J
G2	67	8.29275	+	3.54253J
G2	68	19.82789	+	8.30005J
G2	69	2.34200	+	0.62492J
G2	70	3.41622	+	1.46016J
G2	71	6.19108	+	2.65501J
G2	72	3.40122	+	1.44615J
G2	73	5.55484	+	0.51044J
G2	74	4.31191	+	0.15461J
G2	75	3.94473	+	0.71035J
G2	97	10.85237	+	4.59133J
G2	98	4.24392	-	1.06098J
G2	99	4.64571	+	0.66675J
G2	100	4.52484	+	1.27098J
G2	101	6.79452	+	2.88687J

PAGE 0007

G2	102	7.96789	+	3.39227J
G2	103	0.00000	-	6.67421J
G2	114	12.88481	+	6.23555J
G2	115	8.09356	+	0.34588J
G2	116	7.57618	+	3.30998J
G2	117	6.33254	+	3.05890J
G2	118	6.91101	+	3.36211J
G2	119	6.09035	+	2.97091J
G2	120	12.24366	+	5.08583J
G2	121	9.56927	+	4.42579J
G2	122	3.02675	+	3.83696J
G2	123	8.23776	-	3.93980J
G2	124	10.36471	+	4.36409J
G2	125	5.21719	+	2.51951J
G2	126	7.98287	+	3.46246J
G2	127	6.27114	+	3.00500J
G2	128	5.10795	+	2.45447J
G2	129	7.70250	+	3.34260J
G2	130	5.33475	+	2.59571J
G2	131	10.34523	+	5.03282J
G2	132	9.82953	+	4.78874J
G2	133	7.97732	+	3.83900J
G2	134	10.27781	+	5.07039J

C A P I T U L O V

5. EJEMPLOS REALIZADOS, COMPARACION DE RESULTADOS
Y CONCLUSIONES

La idea desarrollada en el presente trabajo, se realiza luego de la sugerencia de los ingenieros de la oficina del Centro de Control de Energía del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), para determinar un modelo de equivalente en estado estable, para ser utilizado y aplicado en el Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.), ya que el Centro de Control abarca la selección de funciones a ser implementadas.

Con esta aplicación práctica en mente, el objetivo final de este trabajo fue su aplicación al S.N.I., y la presentación de sus resultados.

Con la utilización de los programas digitales, para la obtención de equivalentes externos de sistemas eléctricos de potencia desarrollados en este trabajo, y con el programa digital para cálculos de flujos de carga existente en Inecel, se verificó la utilidad de los equivalentes aplicando a varios ejemplos. (*)

* NOTA: A pesar de haber trabajado en la presente tesis con varios ejemplos de Sistemas Eléctricos de Potencia, se presenta únicamente la aplicación al S.N.I., debido a que si se hubiera expuesto los otros ejemplos, la extensión de este trabajo sería excesivo.

En este trabajo se describe a continuación el ejemplo del S.N.I., y se presenta tabulados sus resultados en el Anexo I que son los que nos sirven para la comparación y análisis de los mismos.

5.1 Descripción detallada del ejemplo de aplicación

Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.)

Demanda máxima de 1983 para representar en forma reducida los subsistemas Quito y Guayaquil, que son las áreas de mayor carga del sistema (134 barras). Fig. 5.1.a

SISTEMA INTERNO	BARRAS:	1, ----- 54,
SISTEMA FRONTERA	BARRAS:	55, 56, 57,
SISTEMA EXTERNO	BARRAS:	58, ----- 134

La descripción detallada de los datos y parámetros del S.N.I., se encuentran al final de este Capítulo.

5.2 Comparación y análisis de resultados

La comparación y análisis de resultados de los diferentes métodos, tienen como objetivo el recomendar determinado modelo para un sistema. En este trabajo el objetivo fundamental es recomendar el modelo a utilizarse en el S.N.I.

Para comparar los resultados, primero detallaremos los requisitos de un buen equivalente, ya que existen ciertos parámetros para determinar la bondad de un modelo. Se ha tratado de reunir en los siguientes puntos, aquellos parámetros más significativos para seleccionar el modelo más apropiado

de equivalente. Los puntos en orden de importancia son:

- a) Soporte de Reactivos: este es el factor principal ya que un modelo con buen soporte de reactivos, reflejará de mejor manera el sistema original, especialmente en el caso de contingencias, ya que puede satisfacer las variaciones de voltaje.
- b) Exactitud del equivalente ante una variedad de contingencias.
- c) Economía computacional del modelo en tiempo de ejecución y en uso de memoria. La porosidad del SEP debe mantenerse de ser posible para el SEE.
- d) Condicionamiento: la reducción del sistema no debe afectar la convergencia del sistema original.
- e) Flexibilidad: el modelo debe satisfacer varios estados de operación del sistema.
- f) Adaptabilidad: del equivalente con programas de flujos de cargas.
- g) Interpretación física del modelo: ayuda a la evaluación del sistema.
- h) Aplicación: si los estudios del equivalente son en estado estable, se debe considerar su eventual adaptación para uso en tiempo real.

i) Obtención e implementación del equivalente: no deberá presentar mayores problemas.

j) Confiabilidad del modelo.

En base a los puntos anteriores, se hará un cuadro (Tabla 5.1) de comparación de resultados de los modelos de equivalentes obtenidos en el computador y aplicados a un programa de flujos de carga. (Los resultados de los métodos de equivalentes externos, se detallan en el Capítulo IV, y los flujos de carga están a continuación en el Anexo I).

		SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (DEM. MAX. 1983)				
N°	REQUERIMIENTO	EQUIVALENTE WARD INYECCION	EQUIVALENTE WARD CON BUFFER	EQUIVALENTE WARD EXTENDIDO	EQUIVALENTE R.E.I.	
1	SOPORTE DE POT. REACTIVA	B	R	E	P	
2	EXACTITUD	E	B	E	P	
3	ECONOMIA COMPUTAC.	B	B	B	P	
4	CONDICIONA- MIENTO	R	R	B	R	
5	FLEXIBILIDAD	B	B	B	P	
6	ADAPTABILIDAD	E	E	B	R	
7	INTERPRETACION	B	B	R	B	
8	APLICACION	B	B	E	E	
9	OBTENCION E IMPLEMENTACION	E	B	B	R	
10	CONFIABILIDAD	B	B	B	P	
MAYOR INCONVENIENTE		CONDICIO- NAMIENTO	SOPORTE REACTIVOS	INTERPRE- TACION	SOPORTE REACTIVOS	

P = POBRE
R = REGULAR
B = BUENA
E = EXCELENTE

TABLA 5.1

Los puntos mencionados anteriormente para la comparación de resultados, dan la pauta para definir un buen equivalente, sin embargo, no existe un único equivalente óptimo si no más bien un modelo que se adapte mejor a las condiciones particulares de cada sistema. Por lo tanto, para la decisión final de cual equivalente se usará en un SEP determinado, se hace en base a las pruebas hechas para dicho sistema, aplicando los modelos propuestos y evaluando los resultados.

En el trabajo se hará a continuación, un análisis punto por punto de los resultados de los diferentes modelos de la tabla 5.1, obtenidos en base a las pruebas de flujos de carga para el sistema propuesto como ejemplo (S.N.I.), para decidir que equivalente es el más apropiado para su utilización.

a) Soporte de reactivos: En este punto el modelo que tiene desventaja es el Ward simple, ya que su generación se fija al valor del caso base y no puede variar para otras condiciones de operación.

Sin embargo, en el ejemplo del S.N.I. no es valioso el modelo del Ward con amortiguación, debido a que las barras de generación del sistema externo están en sus límites y por lo tanto, no tienen reactivos disponibles, en otras palabras, no existe barras de tensión controlada importantes en el sistema externo.

El modelo REI tiene grandes dificultades debido a que las mallas REI conecta las subredes de Quito y Guayaquil que están débilmente conecta-

das entre sí, por lo que se obtiene flujos de reactivos alejados de la realidad.

- b) Exactitud: Para el Sistema Nacional Interconectado, el modelo que no proporciona resultados aceptables es el equivalente REI, debido a que se obtiene solamente una red REI de carga y una red REI de generación para todos los sistemas a ser reducidos (Subsistemas de Quito y Guayaquil que están débilmente conectados), ya que el programa digital solo calcula dos mallas auxiliares REI para este modelo, para todo el sistema externo.

- c) Economía computacional: Con el sistema completo (sin reducción), el tiempo de ejecución de los programas de flujos de carga, tanto en operación normal como al analizar contingencias, es mucho mayor que si se tiene el sistema reducido (aplicando cualquiera de los diferentes modelos). En cuanto a uso de memoria también es menor al hacer el estudio por medio de los modelos de equivalentes que con el sistema completo, sin embargo, hay que anotar que con el equivalente REI se pierde en parte la porosidad debido a la creación de las redes REI, es decir este modelo tiene desventaja al compararlos con los otros métodos. En nuestro ejemplo, este punto se torna muy crítico en el equivalente REI, debido a que las mallas REI conectan los subsistemas de Quito y Guayaquil

- d) Condicionamiento: En el ejemplo del SNI, se presentó problemas con la convergencia en tres

de los cuatro modelos (Ward con inyecciones, Ward con amortiguación y REI), por lo que las barras frontera se les consideró como de voltaje controlado para superar este problema en estos métodos de equivalencia.

- e) Flexibilidad: Al obtener una red REI, para conectar dos sistemas lejanos y luego hacer la reducción, las conexiones entre las barras alcanzan valores alejados de la realidad, afectando de esta forma los resultados de un análisis de contingencias.
- f) Adaptabilidad: Los modelos quedan mayor facilidad para adaptación con programas de flujos de carga, son el Ward Simple con inyecciones y el Ward Amortiguado, ya que en estos modelos no se crea barras ficticias adicionales.
- g) Interpretación física: El equivalente Ward Extendido, es el modelo que presenta dificultad para su interpretación física, debido a la creación de sus barras ficticias de generación de reactivos (potencia activa = 0), que son los que van a formar el soporte del Sistema Externo en cuanto a potencia reactiva.
- h) Aplicación: Los equivalentes Ward Extendido y el REI, tienen una gran aplicación en tiempo real, por la forma de proporcionar el soporte de potencia reactiva, el Ward con Amortiguación no tiene aplicación en tiempo real, debido a que aquí no se conoce como van cambiando las condiciones del sistema externo, por lo

que no se obtiene mayor beneficio si se retienen barras PV del S.E.

- i) Obtención e implementación: Con el programa desarrollado en este trabajo, la obtención de los modelos Ward es mucho más sencilla que la del equivalente REI.
- j) Confiabilidad: En el ejemplo del S.N.I., el modelo REI no es confiable debido a que las redes REI conectan dos sistemas lejanos.

De lo anotado en los puntos anteriores, se puede decidir que modelo utilizar para cualquier ejemplo, así: Para el Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.), el modelo Ward Extendido es el que mejor se adapta a las condiciones de este ejemplo y además proporciona los mejores resultados, alcanzando de esta manera el objetivo fundamental de este trabajo, que es el recomendar un modelo a usarse para el S.N.I.

5.3 Conclusiones

En un sistema de potencia, las ecuaciones que gobiernan su comportamiento en estado estable, son no lineales, por tanto no existe un sistema reducido que responda exactamente igual que el sistema completo ante cualquier cambio en el área de interés S.I. Consecuentemente, ningún equivalente representará exactamente el sistema externo; sin embargo, los modelos de equivalentes presentados en este trabajo dan una respuesta adecuada

cercana a la que se obtendría al analizar el sistema de potencia completo.

Los modelos de equivalencia son efectivos y potencialmente útiles, en un amplio rango de aplicaciones, constituyéndose una herramienta muy útil y práctica para estudiar áreas específicas de un sistema eléctrico de potencia, la idea básica puede ser adaptada para cubrir muchas situaciones diferentes.

En el trabajo se examinó y comparó un cierto número de técnicas de equivalencia en un intento para llegar a saber cual tiene las propiedades más convenientes para uso práctico y desarrollo futuro, sin embargo, queda claro que no existe un único equivalente óptimo sino más bien un modelo que se adapte mejor a las condiciones particulares de cada sistema.

Además al culminar este trabajo, se cumplió con sus objetivos fundamentales que fueron el dar un enfoque claro y amplio de la utilidad de las diferentes técnicas de equivalencia, así como el recomendar el modelo que cumple en forma más satisfactoria y confiable para el Sistema Nacional Interconectado en estudios en estado estable.

Se debe puntualizar que es de primordial importancia, cumplir con las recomendaciones hechas para las ramas Shunt equivalentes y con las barras frontera en caso de haber problemas con la convergencia.

Teniendo como base el estudio de equivalentes en estado estable, el paso a seguirse en un futuro cercano, es el de aplicación de equivalentes en tiempo real, que es un campo que tiene mucha importancia en centros de control moderno.

El presente trabajo muestra la importancia de las mallas equivalentes para aplicar en sistemas de potencia, muchas consideraciones teóricas llegan a ser claras después de trabajar con un sistema real, además aquí se ofrece la oportunidad de familiarizarse con los diferentes modelos de equivalentes con su utilidad y sus aplicaciones.

Es de anotar además que, la experiencia ganada en este trabajo, tendrá mucha importancia en el futuro del autor.

La descripción detallada del ejemplo presentado se encuentra en las siguientes páginas.

SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DEL ECUADOR

DATOS DE LINEAS

ENTRE LAS BARRAS	IMPEDANCIA DE LINEA (R+jX) en p.u.		SUCEPTANCIA jB EN p.u.
	R	X	
3-6	0.0157	0.1281	0.25583
3-6	0.0157	0.1281	0.25583
6-11	0.005	0.042	0.0841
6-11	0.005	0.042	0.0841
12-13	0.0121	0.0436	0.0103
12-13	0.0121	0.0436	0.0103
11-14	0.0161	0.1291	0.26959
11-14	0.0161	0.1291	0.26959
14-19	0.0117	0.0936	0.19547
14-19	0.0117	0.0936	0.19547
31-32	0.0751	0.2897	0.067
32-34	0.0126	0.0508	0.011
32-36	0.0046	0.0185	0.005
19-25	0.0087	0.0722	0.14109
19-25	0.0087	0.0722	0.14109
31-33	0.0176	0.0672	0.016
20-22	0.01308	0.4013	0.09856
20-22	0.1308	0.4013	0.09856
15-40	0.091	0.2833	0.067
2-4	0.0595	0.1853	0.04
2-4	0.0595	0.1853	0.04
32-42	0.0533	0.2158	0.05
16-55	0.0	0.001	0.0
93-98	0.014	0.0439	0.0
76-77	0.0133	0.0307	0.0
55-76	0.0149	0.0465	0.0
55-93	0.0407	0.1271	0.0
94-95	0.0135	0.0421	0.0
55-94	0.023	0.0719	0.0
55-82	0.0341	0.1064	0.0

ENTRE LAS BARRAS	IMPEDANCIA DE LINEA (R+jX) EN p.u.		SUCEPTANCIA jB EN p.u.
	R	X	
	55-84	0.0135	0.0313
55-84	0.0135	0.0313	0.0
79-84	0.009	0.0281	0.0
80-87	0.0013	0.0032	0.0
76-94	0.0089	0.0288	0.0
83-88	0.0024	0.0075	0.0
87-89	0.0182	0.0422	0.0
89-96	0.0066	0.0152	0.0
77-78	0.0077	0.0177	0.0
78-81	0.0076	0.0174	0.0
82-83	0.0079	0.0182	0.0
83-96	0.0124	0.0285	0.0
84-87	0.0141	0.0326	0.0
86-92	0.0066	0.0152	0.0
92-96	0.0002	0.0006	0.0
55-86	0.0213	0.0663	0.0
55-86	0.0213	0.0663	0.0
85-86	0.0213	0.0663	0.0
85-90	0.0086	0.0267	0.0
90-91	0.0189	0.0263	0.0
91-92	0.045	0.064	0.0
90-97	0.0196	0.0274	0.0
104-133	0.3289	0.4868	0.0
105-133	0.1125	0.2044	0.0
107-133	0.023	0.083	0.0
106-107	0.0085	0.029	0.0
106-112	0.0391	0.1461	0.0
107-112	0.0477	0.1718	0.0
108-109	0.0159	0.0574	0.0
108-111	0.0187	0.0626	0.0
108-111	0.0188	0.0612	0.0
108-134	0.0257	0.0488	0.0
111-124	0.0476	0.1697	0.0
111-125	0.0179	0.0555	0.0
111-127	0.0207	0.0692	0.0

ENTRE LAS BARRAS	IMPEDANCIA DE		SUCEPTANCIA
	LINEA (R+jX)		jB
	EN p.u.		en p.u.
111-126	0.009	0.0278	0.0
56-111	0.0334	0.1201	0.0
56-128	0.0057	0.0177	0.0
56-129	0.0087	0.0269	0.0
56-112	0.023	0.083	0.0
112-113	0.0083	0.0257	0.0
113-131	0.0124	0.0365	0.0
113-132	0.0039	0.0109	0.0
112-130	0.018	0.0341	0.0
110-112	0.0017	0.0062	0.0
112-115	0.0342	0.1221	0.0
57-115	0.0692	0.249	0.0
57-114	0.0691	0.2489	0.0
115-116	0.0242	0.0871	0.0
116-117	0.0319	0.1139	0.0
103-117	0.0312	0.1139	0.0
103-118	0.0204	0.0736	0.0
56-118	0.0202	0.0726	0.0
103-119	0.0104	0.0373	0.0
103-120	0.0127	0.0456	0.0
103-121	0.0349	0.1428	0.0
103-122	0.0369	0.1327	0.0
111-120	0.021	0.0757	0.0
120-121	0.0081	0.0293	0.0
121-122	0.0319	0.1139	0.0
122-123	0.0301	0.1085	0.0
46-47	0.2336	0.5138	0.009
46-48	0.1518	0.3361	0.007
38-56	0.0	0.001	0.0

D A T O S D E T R A N S F O R M A D O R E S

<u>ENTRE LAS BARRAS</u>	<u>IMPEDANCIA DE TRANFORMADOR jx en p.u.</u>	<u>TAD</u>	<u>TAD-MINIMO</u>	<u>TAD-MAXIMO</u>
46-18	0.375	0.975	-	-
48-21	0.685	0.975	-	-
47-24	0.3786	0.95	-	-
1-2	0.0176	1.0	-	-
2-3	0.0111	0.975	-	-
11-51	0.0288	1.0	-	-
51-54	0.1066	1.0	-	-
51-12	-0.0008	0.95	-	-
12-28	0.3971	0.975	-	-
13-50	0.0654	1.0	-	-
50-52	0.1677	1.0	-	-
50-16	-0.0094	0.95	-	-
8-16	0.1376	0.975	-	-
9-16	0.1376	0.975	-	-
10-16	0.426	0.975	-	-
14-15	0.05	0.975	-	-
19-20	0.05	0.975	-	-
23-22	0.0688	0.975	-	-
25-34	0.022	0.975	-	-
30-31	0.1275	1.0	-	-
74-79	0.132	1.025	-	-
80-75	0.1509	0.975	-	-
37-36	0.2206	0.975	-	-
34-35	0.1143	1.0	-	-
32-44	0.114	1.0	-	-
44-45	0.548	1.025	-	-
38-44	-0.0071	1.0	-	-
57-34	0.115	1.0	0.9	1.1
41-22	0.125	1.0	0.9	1.1
43-15	0.3971	1.0	0.9	1.1

<u>ENTRE LAS BARRAS</u>	<u>IMPEDANCIA DE TRANSFORMADOR jx en p.u.</u>	<u>TAD</u>	<u>TAD-MINIMO</u>	<u>TAD-MAXIMO</u>
33-46	0.1591	0.975	-	-
26-40	0.1251	1.0	0.9	1.1
4-29	0.883	1.0	-	-
27-42	0.3084	1.0	0.9	1.1
6-49	0.1113	1.0	-	-
49-53	0.3762	1.0	-	-
39-49	-0.0091	1.0	0.9	1.1
55-17	0.142	0.975	-	-
55-5	0.2341	0.975	-	-
55-7	0.223	1.025	-	-
96-58	0.263	1.025	-	-
94-99	0.6033	0.975	-	-
95-100	0.44	0.975	-	-
93-101	0.44	0.975	-	-
98-102	0.4583	1.0	-	-
76-66	0.2894	0.975	-	-
81-67	0.608	0.975	-	-
82-68	1.328	0.975	-	-
82-69	0.193	0.975	-	-
88-70	0.22	0.975	-	-
84-71	0.284	0.975	-	-
85-72	0.22	0.975	-	-
97-73	0.295	0.975	-	-
62-104	0.8607	1.0	-	-
64-105	0.215	1.0	-	-
65-110	0.235	1.0	-	-
63-106	0.64	1.0	-	-
61-107	0.2	1.0	-	-
59-108	0.16	1.0	-	-
60-109	0.1765	1.0	-	-

D A T O S D E B A R R A

<u>N°</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>CLASE</u>	<u>VOLTAJE</u>	<u>PGEN</u>	<u>QGEN</u>	<u>QMIN</u>	<u>QMAX</u>	<u>PCARGA</u>	<u>QCARGA</u>
1	PAUTE 13.8	OSCILANTE	1.05						
2	PAUTE 13.8	CARGA							
3	PAUTE 230	CARGA							
4	CUENCA 138	CARGA							
5	VAPOR 1-13.8	GENERACION	1.05	30.0		0.0	18.6	10.0	4.3
6	MILAGRO 230	CARGA							
7	GAS 5.6-13.8	CARGA							
8	VAP.1-13.8	GENERACION	1.04	70.0		0.0	4.3		
9	VAP.2-13.8	CARGA							
10	GAS 4-13.8	CARGA							
11	PASCUAL 230	CARGA							
12	PASCUAL 138	CARGA							
13	SALITR. 138	CARGA							
14	QUEVEDO 230	CARGA							
15	QUEVEDO 138	CARGA							
16	SALIT-INE 69	CARGA							
17	GAS 123-13.8	CARGA							
18	AMBATO 13.8	GENERACION	1.01	3.5		0.0	1.7	29.6	14.4
19	S.DOM. 230	CARGA							
20	S.DOM. 138	CARGA						13.3	6.4
21	LATACU 13.8	GENERACION	1.01	4.2		0.0	2.0	13.2	6.4
22	ESMER. 138	CARGA							
23	ESMER. 13.8	GENERACION	1.04	120.0		0.0	57.6		
24	RIOBAM 13.8	GENERACION	1.02	10.0		0.0	4.8	28.9	13.6
25	S.ROSA 230	CARGA							
26	MANABI 69	GENERACION	1.03	20.0		0.0	12.2	60.5	28.6
27	IBARRA 34.5	GENERACION	1.01	10.4		0.0	5.0	35.5	17.6
28	PAS-D-D69KV	CARGA						18.2	8.8
29	CUENCA 69	GENERACION	1.01	30.0		0.0	14.0	69.2	33.0
30	PUCARA 13.8	GENERACION	1.04	60.0		0.0	28.8		

<u>N°</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>CLASE</u>	<u>VOLTAJE</u>	<u>PGEN</u>	<u>QCEN</u>	<u>QMIN</u>	<u>QMAX</u>	<u>PCARCA</u>	<u>QCARCA</u>
31	PUCARA 138	CARGA							
32	VICENTINA 138	CARGA							
33	AMBATO 138	CARGA							
34	STA. ROSA 138	CARGA							
35	STA. ROSA 13.8	GENERACION	1.04			-22.0	44.0		
36	GUANG I 138	CARGA							
37	GUANG I 6.8	GENERACION	1.04	25.0		0.0	12.0		
38	INE-VICEN 46	CARGA							
39	MILACRO 69	CARGA						30.5	14.4
40	MANABI 138	CARGA							
41	ESMERALDAS 69	CARGA						25.3	12.4
42	IBARRA 138	CARGA							
43	QUEVEDO 69	CARGA						11.8	8.2
44	FIC-VIC	CARGA							
45	VICE-13.8	CARGA							
46	AMBATO 69	CARGA							
47	RIOBAMBA 69	CARGA							
48	LATACUN. 69	CARGA							
49	FIC-MILA	CARGA							
50	FIC-SALIT	CARGA							
51	FIC-PASC	CARGA							
52	SALIT-13.8	CARGA							
53	MILA-13.8	CARGA							
54	PASCU-13.8	CARGA							
55	SALITRAL 69	CARGA						16.1	6.9
56	VICENTINA 46	CARGA							
57	STA. ROSA 46	CARGA						10.6	5.1
58	VAPOR G 13.8	GENERACION	1.05	30.0		0.0	18.6	22.4	9.5
59	CUMBAYA 4.16	GENERACION	1.03	31.0		0.0	14.5		-
60	NAYON 6.9	GENERACION	1.02	23.3		0.0	11.2		
61	GUANG D 13.8	GENERACION	1.03	20.0		0.0	7.2		
62	PASOCHOA 4.16	GENERACION	1.02	4.5		0.0	2.1		
63	GUANG H 2.3	GENERACION	1.02	9.0		0.0	4.3		
64	CHILLOS 2.3	GENERACION	1.02	1.4		0.0	0.7		

<u>N°</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>CLASE</u>	<u>VOLTAJE</u>	<u>PGEN</u>	<u>QGEN</u>	<u>QMIN</u>	<u>QMAX</u>	<u>PCARGA</u>	<u>QCARGA</u>
65	LULUNCO	4.16	CARGA						
66	CEIBOS	13.8	CARGA					17.8	7.6
67	ATARAZA	13.8	CARGA					10.3	4.4
68	BOYACA	4.16	CARGA					4.3	1.8
69	BOYACA	13.8	CARGA					40.1	16.7
70	GARAY	13.8	CARGA					24.8	10.6
71	TORRE	13.8	CARGA					14.4	6.2
72	ESMERA	13.8	CARGA					25.4	10.8
73	GUASMO	13.8	CARGA					18.5	7.9
74	SUBURBI	13.8	CARGA					25.1	10.7
75	ANTEPAR	13.8	CARGA					26.1	11.1
76	CEIBOS	69	CARGA						
77	POLICEN	69	CARGA						
78	AMERICA	69	CARGA						
79	SUBUR	69	CARGA						
80	ANTEPAR	69	CARGA						
81	ATARAZANA	69	CARGA						
82	BOYACA	69	CARGA						
83	BALLEN	69	CARGA						
84	TORRE	69	CARGA						
85	ESM	69	CARGA						
86	TAESME	69	CARGA						
87	TARGARAY	6	CARGA						
88	GARAY	69	CARGA						
89	TAP-ESM	69	CARGA						
90	TAPPOR	69	CARGA						
91	MOLINERA	69	CARGA						
92	TAP-MOLIN	69	CARGA						
93	SAUCE	69	CARGA						
94	MAPASIN	69	CARGA						
95	ALBORADA	69	CARGA						
96	GYQ	69	CARGA						
97	GUASMO	69	CARGA					7.8	3.3
98	PASCUAL	69	CARGA					22.0	9.4

<u>Nº</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>CLASE</u>	<u>VOLTAJE</u>	<u>PGEN</u>	<u>QGEN</u>	<u>QMIN</u>	<u>QMAX</u>	<u>PCARGA</u>	<u>QCARGA</u>
99	MAPAS 13.8	CARGA						21.6	9.2
100	ALBOR 13.8	CARGA						20.6	8.8
101	SAU-13.8	CARGA						12.5	5.3
102	PASC-E-13.8	CARGA						10.1	4.3
103	SEL.ALE 46	CARGA							
104	PASOCHOA 46	CARGA							
105	CHILLOS 23	CARGA							
106	GUANG H 46	CARGA							
107	GUANG D 46	CARGA							
108	CUMBAYA 46	CARGA							
109	NAYON 46	CARGA							
110	LULUNCOTO 46	CARGA							
111	S/E NORTE 46	CARGA							
112	S/E SUR 46	CARGA							
113	BG-8 46	CARGA							
114	MACHACHI 46	CARGA						6.2	3.0
115	EPICLACH 46	CARGA						11.7	5.2
116	S/E 3 46	CARGA						10.3	4.5
117	S/E 7 46	CARGA						11.8	5.7
118	S/E 9 46	CARGA						11.1	5.4
119	S/E 11 46	CARGA						12.3	6.0
120	S/E 13 46	CARGA						6.5	2.7
121	S/E 15 46	CARGA						8.0	3.7
122	S/E 17 46	CARGA						8.7	3.7
123	S/E 19 46	CARGA						9.2	4.0
124	S/E 18 46	CARGA						7.6	3.2
125	S/E 16 46	CARGA						14.4	7.0
126	OLIMPICO 46	CARGA						10.0	4.4
127	S/E 14 46	CARGA						12.1	5.8
128	S/E 12 46	CARCA						15.4	7.4
129	S/E 10 46	CARGA						10.6	4.6
130	S/E 4 46	CARGA						14.4	7.0
131	S/E 6 46	CARGA						7.4	3.6
132	S/E 8 46	CARGA						7.8	3.8

<u>Nº</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>CLASE</u>	<u>VOLTAJE</u>	<u>PGEN</u>	<u>QGEN</u>	<u>QMIN</u>	<u>QMAX</u>	<u>PCARGA</u>	<u>QCARGA</u>
133	S.RAFANEL 46	CARGA						10.0	4.8
134	TUMBACO 46	CARGA						7.5	3.7

D A T O S D E C A P A C I T O R E S

<u>BARRA</u>	<u>M VAR</u>
55	15
98	15
99	6
100	3
69	6
73	6
74	9
75	6
103	15
115	5
123	9
26	15
27	6
46	12
47	12
45	24
52	30
53	15
54	45

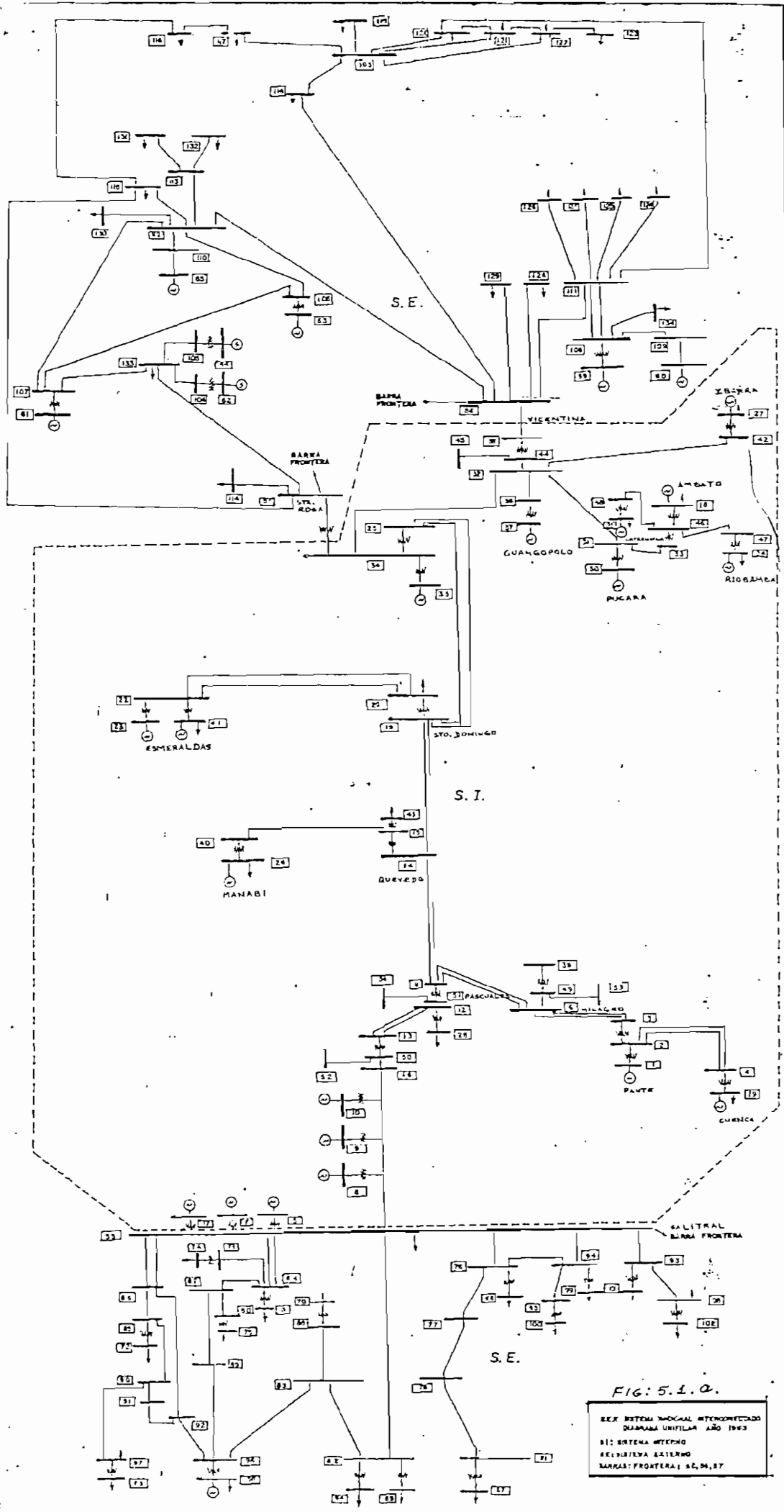


FIG: 5.1. Q.

SEK SISTEMAS UNICALES INTERCONECTADOS
 DURANTE UNIFILAS AÑO 1963
 S1: SISTEMA INTERNO
 S2: SISTEMA EXTERNO
 BARRAS: FRONTERA: 82, 84, 87

A N E X O I

FLUJOS DE CARGA DE LOS EJEMPLOS REALIZADOS
Y SUS RESPECTIVAS CONTINGENCIAS

Aquí presentaremos tabulados en cuadros los flujos de potencia en las líneas, los voltajes en las barras, y la generación de la barra oscilante, tanto del caso base como de cada uno de los modelos expuestos en este trabajo y aplicados a los ejemplos, tanto para operación normal como para las diferentes contingencias realizadas.

1. Contingencias realizadas en el Sistema Nacional Interconectado:

- 1) Contingencia 0 En operación normal
- 2) Contingencia 1 Salida de la línea entre las barras 6 - 11
- 3) Contingencia 2 Salida de la línea entre las barras 12 - 13
- 4) Contingencia 3 Salida de la línea entre las barras 11 - 14
- 5) Contingencia 4 Salida de la línea entre las barras 14 - 19
- 6) Contingencia 5 Salida de la línea entre las barras 19 - 25
- 7) Contingencia 6 Salida de la línea entre las barras 20 - 22
- 8) Contingencia 7 Salida de la línea entre las barras 2 - 4.

2. Cuadros de flujos de carga y voltaje de los diferentes modelos de equivalentes aplicados al Sistema Nacional Interconectado

Se encuentran detallados en las siguientes páginas.

S. N. I. CONTINGENCIA	POTENCIA DE LA BARRA OSCILANTE DEL SISTEMA																	
	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO R. E. I.			
	MW	MVAR	MW	MVAR	ERROR		MW	MVAR	ERROR		MW	MVAR	ERROR		MW	MVAR	ERROR	
					Δ MW	Δ MVAR			Δ MW	Δ MVAR			Δ MW	Δ MVAR			Δ MW	Δ MVAR
0	444.1	116	444.9	117	0.8	1	444.9	113.9	0.8	2.1	444.8	115.8	0.7	0.2	425.8	102.9	18.3	13
1	449.8	149.6	450.4	151.5	0.5	1.9	449.8	140.4	0.0	9.2	450.2	149.2	0.4	0.4	429.8	127.9	20	21
2	448.6	125	448.6	118.8	0.0	6.2	448.4	113	0.2	12	448.4	117.1	0.2	7.9	426.2	98.9	22.4	26
3	447.2	150.4	447.4	146.8	0.2	3.6	447	138.8	0.2	11.6	447.1	143.5	0.1	6.9	433.3	133.7	13.9	16
4	444.9	126.9	445.7	128.1	0.8	1.2	445.5	123.6	0.6	3.3	445.4	126.4	0.5	0.5	427.8	113.5	17.1	13
5	445.4	122.9	446.2	123.9	0.8	1	446	119.6	0.6	3.3	446	122.2	0.6	0.7	430	110.8	15.4	12
6	450.7	131.9	451.4	132.4	0.7	0.5	451.2	126.9	0.5	5	451.3	130.5	0.6	1.4	423.5	117.4	18.2	14
7	444.8	123.1	445.6	123.5	0.8	0.4	445.6	121	0.8	2.1	445.5	123.4	0.7	0.3	426.4	109.9	18.4	13

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(0)

R. E. I.

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO						
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR
1	- 2	444.1	117.0	444.9	117.9	0.8	1.0	444.5	113.0	0.8	2.1	444.0	115.7	0.7	0.2	425.7	102.1	18.3	13.7
2	- 1	-444.1	-117.0	-444.9	-117.9	0.8	0.8	-444.9	-113.0	0.8	2.1	-444.8	-115.7	0.7	0.3	-425.7	-102.2	18.3	10.3
2	- 3	404.3	70.0	405.2	70.0	0.9	0.9	405.1	67.0	0.8	2.1	405.0	67.0	0.7	0.3	385.0	59.0	18.3	10.3
2	- 4	19.8	6.6	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0
2	- 4	19.8	6.6	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0
3	- 2	-604.3	-53.5	-605.2	-53.3	0.9	0.7	-605.1	-50.4	0.8	2.1	-605.0	-52.1	0.7	0.3	-307.0	-44.0	18.3	7.4
3	- 6	202.1	26.6	202.6	26.6	0.4	0.2	202.1	25.2	0.0	1.0	202.5	25.0	0.3	0.1	193.0	22.0	9.1	4.3
3	- 7	202.1	26.6	202.6	26.6	0.4	0.3	202.1	25.2	0.0	1.0	202.5	25.0	0.3	0.1	193.0	22.0	9.1	4.3
4	- 2	- 19.6	-10.3	- 19.6	-10.3	0.0	0.3	- 19.6	-10.3	0.0	0.0	- 19.6	-10.3	0.0	0.0	- 19.6	-10.3	0.0	0.0
4	- 2	- 19.6	-10.3	- 19.6	-10.3	0.0	0.0	- 19.6	-10.3	0.0	0.0	- 19.6	-10.3	0.0	0.0	- 19.6	-10.3	0.0	0.0
4	- 20	39.2	20.7	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0
5	- 55	20.0	- 1.3	20.0	- 0.7	0.0	0.5	20.0	- 2.7	0.0	1.4	20.0	- 1.5	0.0	0.1	20.0	- 4.3	0.0	2.0
5	- 3	-196.1	- 4.2	-196.5	- 4.3	0.3	0.1	-196.5	- 3.2	0.4	1.0	-196.5	- 3.9	0.3	0.3	-167.5	- 5.0	3.5	0.0
6	- 3	-196.1	- 4.2	-196.5	- 4.3	0.3	0.1	-196.5	- 3.2	0.4	1.0	-196.5	- 3.9	0.3	0.3	-167.5	- 5.0	3.5	0.0
6	- 11	180.0	4.6	181.3	4.7	0.3	0.1	181.3	3.6	0.4	1.0	181.2	4.3	0.3	0.3	172.3	5.5	8.5	0.5
6	- 11	180.0	4.6	181.3	4.7	0.3	0.1	181.3	3.6	0.4	1.0	181.2	4.3	0.3	0.3	172.3	5.5	8.5	0.5
6	- 60	30.5	- 7.7	30.5	- 0.7	0.0	0.0	30.5	- 0.7	0.0	0.0	30.5	- 0.7	0.0	0.0	30.5	- 0.7	0.0	0.0
7	- 55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	- 14	70.0	32.6	70.0	33.7	0.0	1.0	70.0	30.3	0.0	2.3	70.0	32.3	0.0	0.3	70.0	27.9	0.0	4.7
9	- 14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	- 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	- 7	-179.2	0.7	-179.6	0.7	0.3	0.0	-179.6	1.6	0.4	0.9	-179.6	1.0	0.3	0.3	-170.0	- 1.7	8.4	1.0
11	- 7	-179.2	0.7	-179.6	0.7	0.3	0.0	-179.6	1.6	0.4	0.9	-179.6	1.0	0.3	0.3	-170.0	- 1.7	8.4	1.0
11	- 14	56.0	-29.3	56.0	-29.7	0.0	0.3	56.0	-30.1	0.0	0.7	56.0	-29.9	0.0	0.4	50.0	-20.7	6.0	2.6
11	- 14	56.0	-29.3	56.0	-29.7	0.0	0.3	56.0	-30.1	0.0	0.7	56.0	-29.9	0.0	0.4	50.0	-20.7	6.0	2.6
11	- 51	244.0	57.3	245.4	58.0	0.6	0.7	245.5	56.9	0.7	0.4	245.4	57.5	0.6	0.2	240.0	57.0	4.7	0.3
12	- 13	113.3	37.2	113.5	37.4	0.3	0.2	113.7	37.1	0.3	0.0	113.6	37.3	0.2	0.1	110.9	37.0	2.3	0.6

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(0)

SARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO R. E. I.					
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR		
																	ERROR	ERROR
12	13	113.9	37.2	113.9	37.4	0.3	0.2	113.7	37.1	0.3	0.8	113.6	37.3	0.2	0.1	110.9	37.9	2.3
12	20	18.3	10.3	18.3	10.3	0.0	0.0	18.3	10.3	0.0	0.0	18.2	10.3	0.0	0.0	18.2	10.3	0.0
12	51	-244.7	-94.7	-245.9	-85.2	1.0	0.5	-245.5	-94.5	0.7	0.1	-245.4	-94.9	0.1	0.2	-240.0	-85.0	4.7
13	12	-111.7	-32.4	-112.0	-32.6	0.3	0.1	-112.0	-32.4	0.3	0.0	-112.0	-32.5	0.2	0.0	-109.4	-33.4	2.2
13	12	-111.7	-32.4	-112.0	-32.6	0.3	0.1	-112.0	-32.4	0.3	0.0	-112.0	-32.5	0.2	0.0	-109.4	-33.4	2.2
13	50	223.4	64.9	224.0	65.3	0.6	0.3	224.1	64.8	0.7	0.1	224.0	65.1	0.5	0.1	218.6	66.8	4.5
14	11	-56.3	6.9	-56.3	7.3	0.0	0.4	-56.3	7.3	0.0	0.3	-56.3	7.4	0.0	0.4	-50.4	3.0	5.9
14	11	-56.3	6.9	-56.3	7.3	0.0	0.4	-56.3	7.3	0.0	0.6	-56.3	7.4	0.0	0.4	-50.4	3.0	5.9
14	15	53.8	10.7	53.9	11.5	0.0	0.8	53.8	11.9	0.0	0.1	53.8	10.7	0.0	0.0	53.8	12.1	0.0
14	19	29.4	-12.3	29.4	-13.1	0.0	0.8	29.4	-13.5	0.0	1.2	29.4	-12.8	0.0	0.4	23.4	-9.1	0.0
14	19	29.4	-13.3	29.4	-13.1	0.0	0.8	29.4	-13.5	0.0	1.2	29.4	-12.9	0.0	0.4	23.4	-9.1	0.0
15	14	-53.8	-9.3	-53.8	-10.1	0.0	0.8	-53.8	-10.5	0.0	1.1	-53.8	-9.3	0.0	0.0	-53.8	-10.7	0.0
15	40	42.0	0.3	42.0	1.1	0.0	0.8	42.0	1.5	0.0	1.1	42.0	-0.3	0.0	0.0	42.0	1.7	0.0
15	43	11.9	9.0	11.9	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0
16	8	-70.0	-25.4	-70.0	-26.4	0.0	0.9	-70.0	-23.2	0.0	2.1	-70.0	-25.2	0.0	0.2	-70.0	-21.6	4.4
16	9	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0
16	10	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0
16	50	-223.7	-64.4	-224.0	-64.4	0.6	0.0	-224.1	-64.4	0.7	0.0	-224.0	-64.4	0.5	0.0	-218.8	-68.0	4.5
16	55	293.7	99.9	294.0	90.9	0.5	1.0	294.1	87.7	0.7	2.1	294.0	99.7	0.5	0.2	288.8	98.0	4.6
17	55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	46	-25.1	-12.7	-25.1	-12.7	0.0	0.0	-26.1	-12.7	0.0	0.0	-25.1	-12.7	0.0	0.0	-25.1	-12.7	0.0
19	14	-29.3	-6.6	-29.3	-5.8	0.0	0.8	-29.3	-5.4	0.0	1.0	-29.2	-6.2	0.0	0.4	-23.4	-10.3	5.0
19	14	-29.3	-6.6	-29.3	-5.8	0.0	0.8	-29.3	-5.4	0.0	1.0	-29.3	-6.2	0.0	0.4	-23.4	-10.3	5.0
19	20	-76.2	16.6	-76.2	17.0	0.0	0.1	-76.2	17.2	0.0	1.3	-76.2	17.3	0.0	0.4	-76.2	17.0	0.0
19	25	67.4	-1.7	67.4	-2.0	0.0	0.8	67.4	-3.5	0.0	1.7	67.4	-2.3	0.0	0.6	61.5	-1.7	5.9
19	25	67.4	-1.7	67.4	-2.0	0.0	0.8	67.4	-3.5	0.0	1.7	67.4	-2.3	0.0	0.6	61.5	-1.7	5.9
20	19	76.2	-14.0	76.2	-14.1	0.0	0.1	76.2	-15.3	0.0	1.3	76.2	-14.0	0.0	0.0	76.2	-14.3	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(0)

REDUCIDO WARD SIMPLE REDUCIDO WARD AMORTIGUADO REDUCIDO WARD EXTENDIDO

REDUCIDO R. E. I.

BARRA	Z - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO R. E. I.							
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR
20	- 22	- 44.7	3.9	- 44.7	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	44.7	4.0	0.0	0.1	- 44.7	3.9	0.0	0.1	0.0
20	- 22	- 44.7	2.8	- 44.7	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	44.7	4.0	0.0	0.1	- 44.7	3.9	0.0	0.1	0.0
21	- 49	- 9.0	- 4.4	- 9.0	- 4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 9.0	- 4.4	0.0	0.0	- 9.0	- 4.4	0.0	0.0	0.0
22	- 20	47.3	- 6.6	47.3	- 6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	47.3	- 6.8	0.0	0.2	47.3	- 6.7	0.0	0.2	0.0
22	- 23	- 120.0	- 0.0	- 120.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	- 120.0	0.4	0.0	0.3	- 120.0	0.1	0.0	0.3	0.0
22	- 41	25.3	13.3	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0
23	- 22	120.0	8.9	120.0	9.6	0.0	0.1	0.0	0.0	1.4	0.0	120.0	8.3	0.0	0.5	120.0	8.5	0.0	0.5	0.0
24	- 47	- 18.9	- 8.0	- 18.9	- 8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 18.9	- 8.8	0.0	0.0	- 18.9	- 8.8	0.0	0.0	0.0
25	- 19	- 67.0	- 9.1	- 67.0	- 8.3	0.0	0.8	0.0	0.0	1.5	0.0	- 67.0	- 8.6	0.0	0.5	- 67.0	- 8.7	0.0	0.5	5.8
25	- 19	- 67.0	- 9.1	- 67.0	- 8.3	0.0	0.8	0.0	0.0	1.5	0.0	- 67.0	- 8.6	0.0	0.5	- 67.0	- 8.7	0.0	0.5	5.8
25	- 34	134.0	19.3	134.1	16.5	0.0	1.7	0.0	0.0	3.1	0.0	134.1	17.2	0.0	1.1	122.4	26.3	11.6	1.1	7.7
25	- 40	- 40.2	- 4.7	- 40.0	- 0.9	0.2	3.7	0.0	0.2	3.3	0.0	- 40.3	- 3.5	0.0	1.1	- 40.2	- 1.6	0.2	1.1	3.0
27	- 42	25.1	- 7.7	25.1	- 6.4	0.0	1.2	0.0	0.0	0.8	0.0	- 25.1	- 6.4	0.0	1.2	- 25.1	- 5.4	0.0	1.2	0.0
28	- 12	- 18.2	- 8.8	- 18.2	- 8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 18.2	- 8.8	0.0	0.0	- 18.2	- 8.8	0.0	0.0	0.0
29	- 4	- 39.2	- 19.0	- 39.2	- 19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 39.2	- 19.0	0.0	0.0	- 39.2	- 19.0	0.0	0.0	0.0
30	- 31	60.0	19.6	60.0	19.2	0.0	0.3	0.0	0.0	2.0	0.0	60.0	19.1	0.0	0.4	60.0	21.3	0.0	0.4	1.0
31	- 30	- 60.0	- 14.9	- 60.0	- 14.6	0.0	0.2	0.0	0.0	1.9	0.0	- 60.0	- 14.4	0.0	0.4	- 60.0	- 16.5	0.0	0.4	1.0
31	- 32	4.3	0.2	4.3	- 0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	4.3	- 0.1	0.0	0.0	4.3	1.6	0.0	0.0	0.0
31	- 33	55.6	14.6	55.6	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	55.6	14.5	0.0	0.3	55.6	14.9	0.0	0.3	0.0
32	- 31	- 4.3	- 7.0	- 4.3	- 6.7	0.0	0.2	0.0	0.0	1.5	0.0	- 4.3	- 6.6	0.0	0.3	- 4.3	- 8.3	0.0	0.3	0.0
32	- 34	77.0	- 10.8	77.1	- 11.7	0.5	0.9	0.0	0.0	1.4	0.0	78.1	- 11.7	0.0	0.9	78.0	- 13.4	7.6	0.9	7.0
32	- 36	24.9	- 10.7	24.9	- 10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.9	- 10.7	0.0	0.0	24.9	- 10.7	0.0	0.0	0.0
32	- 34	25.4	6.0	25.4	5.3	0.0	1.4	0.0	0.0	- 1.1	0.0	25.4	5.3	0.0	1.4	25.4	5.3	0.0	1.4	0.0
32	- 44	21.4	21.0	21.0	24.0	0.5	2.1	0.0	0.0	1.8	0.0	21.0	23.0	0.5	2.0	73.7	32.1	7.7	2.0	10.0
33	- 31	- 55.0	- 14.1	- 55.0	- 14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	- 55.0	- 14.0	0.0	0.2	- 55.0	- 14.3	0.0	0.0	0.0
33	- 46	55.0	14.1	55.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	55.0	14.0	0.0	0.2	55.0	14.3	0.0	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(0)

R. E. I.

BARRA	X - Y	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO									
		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW			
		Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR		
24 - 25		-134.0	-14.5	-134.7	-12.7	0.0	1.7	-134.1	-11.3	0.0	3.1	-134.1	-13.3	0.0	1.1	-122.4	-22.0	11.7	1.1	-134.1	-13.3	0.0	3.1	-134.1	-11.3	0.0	1.7
34 - 32		77.4	12.7	78.0	13.7	0.5	1.0	79.2	11.3	0.2	1.4	79.2	11.3	0.2	1.4	70.5	20.6	7.0	0.9	70.5	13.7	0.5	1.4	70.5	13.7	0.5	1.0
34 - 35		0.0	-17.3	0.0	-15.9	0.0	1.4	0.0	-11.7	0.0	5.6	0.0	-15.4	0.0	1.9	0.0	-20.2	0.0	2.3	0.0	-15.4	0.0	1.9	0.0	-15.4	0.0	2.3
34 - 57		55.0	10.0	55.1	14.9	0.4	4.1	54.7	11.8	0.7	7.2	55.1	15.0	0.4	4.0	51.7	23.2	3.9	4.1	51.7	15.0	0.4	4.0	51.7	23.2	3.9	4.1
35 - 34		0.0	17.7	0.0	16.2	0.0	1.4	0.0	11.9	0.0	5.8	0.0	15.7	0.0	2.0	0.0	20.7	0.0	3.0	0.0	15.7	0.0	2.0	0.0	15.7	0.0	3.0
36 - 32		25.0	10.4	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0
36 - 37		25.0	-10.4	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0
37 - 36		25.0	12.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0
38 - 44		0.0	-1.4	0.0	-3.0	0.5	1.9	0.0	-35.4	0.0	1.3	0.0	-35.4	0.0	1.3	0.0	-46.8	0.0	10.0	0.0	-35.4	0.0	1.3	0.0	-35.4	0.0	10.0
38 - 56		81.5	34.0	82.0	29.7	0.5	1.9	82.3	35.4	0.2	1.3	81.9	38.0	0.5	1.1	73.7	45.8	7.7	10.0	73.7	38.0	0.5	1.1	73.7	45.8	7.7	10.0
38 - 49		30.5	-14.3	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0
40 - 15		40.1	-2.3	40.5	-3.1	0.0	0.7	40.5	-3.5	0.0	1.2	40.5	-3.5	0.0	1.2	40.5	-3.7	0.0	1.3	40.5	-3.5	0.0	1.2	40.5	-3.7	0.0	1.3
40 - 24		40.2	0.0	40.5	3.1	0.2	3.0	40.5	3.5	0.2	3.3	40.3	5.7	0.7	1.1	40.5	3.7	0.2	1.7	40.5	3.5	0.2	3.3	40.5	3.7	0.2	1.7
41 - 22		25.3	-12.4	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0
42 - 22		25.1	10.1	25.1	9.7	0.0	1.3	25.1	9.1	0.0	1.0	25.1	9.7	0.0	1.0	25.1	9.7	0.0	1.3	25.1	9.7	0.0	1.0	25.1	9.7	0.0	1.3
42 - 32		25.1	-10.1	25.1	-9.7	0.0	1.3	25.1	-9.1	0.0	1.0	25.1	-9.7	0.0	1.0	25.1	-9.7	0.0	1.3	25.1	-9.7	0.0	1.0	25.1	-9.7	0.0	1.3
43 - 15		11.8	-8.2	11.8	-8.2	0.0	0.0	11.8	-8.2	0.0	0.0	11.8	-8.2	0.0	0.0	11.8	-8.2	0.0	0.0	11.8	-8.2	0.0	0.0	11.8	-8.2	0.0	0.0
44 - 32		0.0	-1.4	0.0	-15.7	0.5	1.9	0.0	-12.0	0.0	1.7	0.0	-15.6	0.5	1.8	0.0	-24.7	0.0	10.9	0.0	-15.6	0.5	1.8	0.0	-15.6	0.5	10.9
44 - 38		0.0	1.4	0.0	3.1	0.5	1.9	0.0	34.0	0.0	1.3	0.0	34.0	0.5	1.8	0.0	46.3	0.0	18.0	0.0	34.0	0.5	1.8	0.0	34.0	0.5	18.0
44 - 45		0.0	-22.4	0.0	-22.3	0.0	0.0	0.0	-22.0	0.0	-0.4	0.0	-22.4	0.0	0.0	0.0	-21.5	0.0	0.0	0.0	-22.4	0.0	0.0	0.0	-21.5	0.0	0.0
45 - 44		0.0	22.7	0.0	22.3	0.0	0.0	0.0	23.1	0.0	0.4	0.0	22.7	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0	0.0	0.0	22.7	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0	0.0
45 - 18		25.1	15.0	25.1	15.9	0.0	0.0	25.1	15.0	0.0	0.0	25.1	15.9	0.0	0.0	25.1	15.0	0.0	0.0	25.1	15.9	0.0	0.0	25.1	15.0	0.0	0.0
45 - 33		55.0	-9.2	55.0	-9.2	0.0	0.0	55.0	-8.9	0.0	0.2	55.0	-9.1	0.0	0.0	55.0	-9.4	0.0	0.2	55.0	-9.1	0.0	0.0	55.0	-9.4	0.0	0.2
46 - 67		19.0	0.5	19.0	0.5	0.0	0.0	19.8	0.4	0.0	0.1	19.0	0.5	0.0	0.0	19.0	0.5	0.0	0.1	19.0	0.5	0.0	0.0	19.0	0.5	0.0	0.1
46 - 68		0.1	4.0	0.1	4.0	0.0	0.0	0.1	4.8	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0
47 - 24		18.0	10.5	18.0	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(0)

R. E. I.

BARRA X - Y	CÁSO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO							
	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	ERROR	
																				MW
47 - 46	- 18.9	0.5	0.0	- 18.9	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	- 18.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	- 18.9	0.4	0.0	0.0	0.10
48 - 21	9.0	5.1	0.0	- 9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	5.4	0.0	0.0	0.01
48 - 46	- 9.0	- 5.1	0.0	- 9.0	- 5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	- 9.0	- 5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	- 9.0	- 5.1	0.0	0.0	0.01
49 - 6	- 30.5	1.7	0.0	- 30.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	- 30.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	- 30.5	1.9	0.0	0.0	0.22
49 - 39	30.5	14.2	0.0	30.5	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	14.3	0.0	0.0	0.01
49 - 53	- 0.0	- 16.0	0.0	- 0.0	- 16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 16.2	0.0	0.0	0.22
50 - 13	- 223.4	- 29.7	0.6	- 224.0	- 29.6	0.7	0.1	0.1	0.1	- 224.1	- 29.6	0.7	0.1	0.1	0.0	- 218.8	- 33.2	4.5	3.47	0.02
50 - 16	223.4	59.6	0.6	224.0	59.6	0.7	0.0	0.0	0.0	224.1	59.6	0.7	0.0	0.0	0.0	218.8	63.4	4.5	0.02	0.35
50 - 52	0.0	- 29.8	0.0	0.0	- 29.7	0.0	0.0	0.1	0.1	- 0.0	- 29.8	0.0	0.1	0.1	0.0	- 0.0	- 30.1	0.0	0.0	0.6
51 - 11	- 244.8	- 38.8	0.6	- 245.4	- 38.4	0.7	0.4	0.4	0.4	- 245.4	- 39.0	0.7	0.4	0.4	0.6	- 240.0	- 39.4	4.7	0.6	1.24
51 - 12	244.8	39.2	0.6	245.5	39.4	0.6	0.5	0.1	0.1	245.6	39.0	0.7	0.1	0.1	0.6	240.1	85.4	4.7	1.24	0.61
51 - 54	- 0.0	- 45.3	0.0	- 0.0	- 45.2	0.0	0.0	0.2	0.2	- 0.0	- 45.5	0.0	0.2	0.2	0.0	- 0.0	- 45.5	0.0	0.0	0.36
52 - 50	0.0	31.4	0.0	0.0	31.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	31.5	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	31.7	0.0	0.0	0.24
53 - 49	0.0	17.0	0.0	0.0	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	0.0	0.0	0.35
54 - 51	0.0	47.6	0.0	0.0	47.5	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	47.8	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	48.2	0.0	0.0	2.99
55 - 5	- 20.0	2.2	0.0	- 20.0	1.5	0.0	0.6	1.4	1.4	- 20.0	3.6	0.0	1.4	1.4	0.0	- 20.0	5.1	0.0	0.0	0.79
55 - 7	0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0
55 - 16	- 293.4	- 39.0	0.6	- 294.0	- 38.9	0.5	2.1	2.1	2.1	- 294.0	- 38.8	0.5	2.1	2.1	0.5	- 288.8	- 46.2	4.6	0.0	10.07
55 - 17	0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	4.33
56 - 32	- 81.5	- 36.7	0.5	- 82.0	- 35.4	0.5	1.3	1.3	1.3	- 82.0	- 38.6	0.5	1.3	1.3	0.5	- 73.7	- 46.8	7.7	10.07	
57 - 34	- 55.6	- 15.2	0.4	- 55.1	- 11.3	0.4	3.9	6.8	6.8	- 54.8	- 8.3	0.7	6.8	6.8	0.4	- 51.7	- 19.0	3.8	4.33	

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(1)

BARRA	X - Y	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.			
		MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	
		Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR
1	2	449.7	149.0	0.6	1.9	449.7	140.4	0.0	9.13	450.1	149.3	0.4	0.35	429.8	127.9	19.2	21.6			
2	1	-449.7	-113.7	0.6	1.7	-449.7	-104.9	0.0	3.76	-450.1	-113.3	0.4	0.4	-429.8	-95.8	19.9	17.9			
2	3	410.0	100.3	0.3	1.7	410.0	91.7	0.6	3.7	410.4	99.9	0.4	0.4	390.1	82.5	19.9	17.8			
2	4	19.8	6.4	0.0	0.0	19.8	6.0	0.0	0.0	19.8	6.3	0.0	0.0	19.8	6.0	0.0	0.0			
2	4	19.8	6.4	0.0	0.0	19.8	6.0	0.0	0.0	19.8	6.4	0.0	0.0	19.8	6.4	0.0	0.0			
3	2	-410.0	-82.3	0.6	1.5	-410.0	-74.0	0.0	3.5	-410.4	-82.1	0.4	0.4	-390.1	-66.7	19.9	15.8			
3	6	205.0	41.3	0.3	0.3	205.0	37.0	0.0	4.2	205.2	41.0	0.3	0.2	195.0	33.3	9.9	8.0			
3	6	205.0	41.3	0.3	0.3	205.0	37.0	0.0	4.2	205.2	41.0	0.2	0.2	195.0	33.3	9.9	8.0			
4	2	-19.6	-10.3	0.0	0.0	-19.6	-10.3	0.0	0.0	-19.6	-10.3	0.0	0.0	-19.6	-10.3	0.0	0.0			
4	2	-19.6	-10.3	0.0	0.0	-19.6	-10.3	0.0	0.0	-19.6	-10.3	0.0	0.0	-19.6	-10.3	0.0	0.0			
4	29	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	20.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0			
5	55	19.8	10.0	0.1	0.9	20.0	3.1	0.1	6.9	20.0	9.1	0.1	0.9	20.0	2.9	0.1	7.1			
6	3	-198.5	-14.5	0.2	0.4	-198.5	-11.2	0.1	3.2	-198.7	-14.2	0.2	0.2	-189.3	-13.1	0.2	1.3			
6	3	-198.5	-14.5	0.2	0.4	-198.6	-11.2	0.1	3.2	-198.7	-14.2	0.2	0.2	-189.3	-13.0	9.2	1.3			
6	11	366.4	20.8	0.6	0.8	366.7	22.0	0.2	6.1	366.9	28.2	0.4	0.5	348.1	25.5	18.3	2.2			
6	49	30.4	0.3	0.0	0.0	30.5	-0.0	0.0	0.1	30.5	0.1	0.0	0.0	30.5	-0.1	0.0	0.0			
7	55	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0			
8	15	69.9	42.9	0.0	0.0	70.0	40.3	0.0	2.6	70.0	43.0	0.0	0.0	70.0	40.0	0.0	0.0			
9	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0			
10	16	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0			
11	6	-359.3	22.9	0.5	0.4	-359.0	23.0	0.3	5.0	-359.3	23.5	0.4	0.6	341.8	17.7	12.3	5.2			
11	14	57.1	-34.3	0.0	0.0	57.0	-34.7	0.0	0.4	57.1	-34.0	0.0	0.2	51.9	-30.8	5.1	3.9			
11	14	57.1	-34.3	0.0	0.0	57.0	-34.7	0.0	0.4	57.1	-34.0	0.0	0.2	51.9	-30.8	5.1	3.9			
11	51	245.1	45.1	0.4	0.2	245.5	41.5	0.4	4.0	245.5	44.5	0.4	1.0	237.9	42.9	7.3	2.6			
12	13	113.5	29.3	0.2	0.0	113.7	27.9	0.2	1.2	113.7	28.0	0.2	0.5	109.9	29.8	3.5	0.1			
12	13	113.5	29.3	0.2	0.0	113.7	27.9	0.2	1.2	113.7	28.0	0.2	0.5	109.9	29.8	3.5	0.1			

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINENCIA

(1)

R. E. I.

BARRA	X - Y	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.			
		ERROR			ERROR			ERROR			ERROR			ERROR			ERROR			
		MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	ERROR
12	28	10.4	10.4	0.0	0.0	0.0	18.2	10.4	0.0	16.2	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	10.4	0.0	0.0	0.0
12	51	-245.6	-68.8	0.4	0.0	0.0	-245.6	-68.8	0.4	2.5	-67.8	0.4	2.5	-67.8	0.4	-237.9	-69.1	7.2	0.2	0.0
13	12	-112.0	-24.1	0.2	0.0	0.0	-112.0	-23.1	0.2	1.1	-23.7	0.2	1.1	-23.7	0.2	-109.3	-24.9	3.4	0.7	0.0
13	12	-112.0	-24.2	0.2	0.0	0.0	-112.0	-23.1	0.2	1.1	-23.7	0.2	1.1	-23.7	0.2	-108.3	-24.9	3.4	0.7	0.0
13	50	223.5	48.4	0.5	0.1	0.0	224.0	46.2	0.4	2.2	47.4	0.5	2.2	47.4	0.5	216.7	49.8	6.8	1.4	0.0
14	11	-56.4	14.3	0.0	0.0	0.0	-56.4	14.1	0.0	0.1	14.0	0.0	0.1	14.0	0.0	-51.4	6.6	5.0	5.7	0.0
14	11	-56.4	14.3	0.0	0.0	0.0	-56.4	14.1	0.0	0.1	14.0	0.0	0.1	14.0	0.0	-51.4	6.6	5.0	5.7	0.0
14	15	53.9	12.0	0.0	0.2	0.0	53.9	11.5	0.0	0.5	13.2	0.0	0.5	13.2	0.0	53.9	11.8	0.0	0.2	0.0
14	18	29.5	-20.3	0.0	0.1	0.0	29.4	-19.9	0.0	0.4	-20.6	0.0	0.4	-20.6	0.0	24.5	-14.5	4.9	5.0	0.0
14	19	29.5	-20.3	0.0	0.1	0.0	29.4	-19.9	0.0	0.4	-20.6	0.0	0.4	-20.6	0.0	24.5	-14.5	4.9	5.0	0.0
15	14	-53.9	-10.5	0.0	0.2	0.0	-53.9	-10.0	0.0	0.5	-11.7	0.0	0.5	-11.7	0.0	-53.9	-10.3	0.0	0.2	0.0
15	40	42.1	1.4	0.0	0.2	0.0	42.1	1.0	0.0	0.4	2.6	0.0	0.4	2.6	0.0	42.1	1.3	0.0	0.1	0.0
15	43	11.8	9.0	0.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	9.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	0.0
16	9	-70.0	-34.6	0.0	0.0	0.0	-70.0	-32.4	0.0	2.1	-34.6	0.0	2.1	-34.6	0.0	-70.0	-32.1	0.0	2.5	0.0
16	9	-70.0	-34.6	0.0	0.0	0.0	-70.0	-32.4	0.0	2.1	-34.6	0.0	2.1	-34.6	0.0	-70.0	-32.1	0.0	2.5	0.0
16	10	-70.0	-34.6	0.0	0.0	0.0	-70.0	-32.4	0.0	2.1	-34.6	0.0	2.1	-34.6	0.0	-70.0	-32.1	0.0	2.5	0.0
16	50	-223.5	-45.4	0.4	0.5	0.0	-224.0	-44.8	0.4	0.5	-44.5	0.4	0.5	-44.5	0.4	-216.7	-50.4	6.8	0.0	0.0
16	55	294.5	90.1	0.5	0.5	0.0	294.0	77.3	0.6	2.7	79.2	0.5	2.7	79.2	0.5	286.7	82.6	6.7	2.4	0.0
17	55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	40	-27.1	-12.7	0.0	0.0	0.0	-26.1	-12.7	0.0	0.0	-12.7	0.0	0.0	-12.7	0.0	-26.1	-12.7	0.0	0.0	0.0
19	14	29.3	2.4	0.0	0.2	0.0	29.3	0.5	0.0	0.8	2.7	0.0	0.8	2.7	0.0	29.4	3.9	0.0	1.5	0.0
19	14	29.3	2.4	0.0	0.2	0.0	29.3	0.5	0.0	0.8	2.7	0.0	0.8	2.7	0.0	29.4	3.9	0.0	1.5	0.0
19	20	76.1	10.7	0.0	0.4	0.0	76.1	13.6	0.0	2.8	10.9	0.0	2.8	10.9	0.0	76.1	11.5	0.0	0.0	0.0
19	25	67.4	7.8	0.0	0.0	0.0	67.4	-8.4	0.0	0.0	-8.2	0.0	0.0	-8.2	0.0	62.5	-1.8	4.9	6.0	0.0
19	25	67.4	7.8	0.0	0.0	0.0	67.4	-8.4	0.0	0.0	-8.2	0.0	0.0	-8.2	0.0	62.5	-1.8	4.9	6.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(1)

BARRA	X - Y	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO				R. E. I.	
		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		ERROR	
		Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR
20	19	76.1	-7.9	-7.4	0.0	0.4	76.1	10.8	0.0	2.9	76.1	8.0	0.0	0.1	76.1	-8.7	0.0	0.8					
20	22	-44.7	0.7	0.5	0.0	0.2	-44.7	2.2	0.0	1.4	-44.7	0.8	0.0	0.0	-44.7	1.1	0.0	0.4					
20	22	-44.7	0.7	0.5	0.0	0.2	-44.7	2.2	0.0	1.4	-44.7	0.8	0.0	0.0	-44.7	1.1	0.0	0.4					
21	48	-9.0	-4.4	-4.4	0.0	0.0	-9.0	4.4	0.0	0.0	-9.0	4.4	0.0	0.0	-9.0	-4.4	0.6	0.0					
22	20	47.3	-3.2	-2.9	0.0	0.2	47.3	4.8	0.0	1.6	47.3	3.3	0.0	0.1	47.3	-3.7	0.0	0.4					
22	20	47.3	-3.2	-2.9	0.0	0.2	47.3	4.8	0.0	1.6	47.3	3.3	0.0	0.1	47.3	-3.7	0.0	0.4					
22	23	-120.0	-6.8	-7.3	0.0	0.5	-120.0	3.5	0.0	3.2	-120.0	6.6	0.0	0.1	-120.0	-5.9	0.0	0.9					
22	41	25.3	13.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.2	0.0	0.0					
23	22	120.0	15.5	16.2	0.0	0.5	120.0	12.3	0.0	3.2	120.0	15.4	0.0	0.2	120.0	14.7	0.0	0.0					
24	47	-18.9	-3.8	-3.8	0.0	0.0	-18.9	3.8	0.0	0.0	-18.9	3.8	0.0	0.0	-18.9	-3.7	0.0	6.4					
25	19	-57.0	-2.5	-2.4	0.0	0.0	-57.0	2.2	0.0	0.2	-57.0	2.1	0.0	0.3	-57.0	-9.0	4.8	6.4					
25	19	-57.0	-2.5	-2.4	0.0	0.0	-57.0	2.2	0.0	0.2	-57.0	2.1	0.0	0.3	-57.0	-9.0	4.8	6.4					
25	34	134.1	5.0	4.9	0.1	0.1	134.1	4.5	0.0	0.5	134.1	4.2	0.0	0.7	124.3	18.0	9.7	12.9					
26	40	-40.4	-0.5	-0.6	0.0	0.1	-40.3	3.1	0.1	2.7	-40.5	1.6	0.0	1.3	-40.5	-0.6	0.0	0.0					
27	42	-25.0	-7.2	-7.9	0.0	0.6	-25.1	6.4	0.0	0.7	-25.1	7.0	0.0	0.1	-25.1	-7.3	0.0	0.1					
28	12	-18.1	-8.8	-8.8	0.0	0.0	-18.2	8.8	0.0	0.0	-18.2	8.8	0.0	0.0	-18.2	-8.8	0.0	0.0					
29	4	-39.2	-19.0	-19.0	0.0	0.0	-39.2	19.0	0.0	0.0	-39.2	19.0	0.0	0.0	-39.2	-19.0	0.0	0.0					
30	31	60.0	22.6	23.1	0.0	0.4	60.0	19.5	0.0	3.1	60.0	22.4	0.0	0.1	60.0	24.8	0.0	2.2					
31	30	-50.0	-17.8	-18.2	0.0	0.4	-50.0	14.8	0.0	2.9	-50.0	17.6	0.0	0.1	-50.0	-19.8	0.0	2.0					
31	32	4.3	2.6	3.0	0.0	0.3	4.3	0.1	0.0	2.4	4.3	2.5	0.0	0.1	4.3	4.4	0.0	1.7					
31	33	55.6	15.1	15.2	0.0	0.0	55.6	14.6	0.0	0.4	55.6	15.1	0.0	0.0	55.6	15.4	0.0	0.3					
32	31	-4.3	-9.2	-9.6	0.0	0.3	-4.3	6.9	0.0	2.3	-4.3	9.1	0.0	0.1	-4.2	-10.8	0.0	1.6					
32	34	77.2	-5.1	-6.1	0.1	0.0	77.4	5.0	0.9	1.0	77.5	7.1	0.3	0.9	70.4	-14.3	6.8	8.1					
32	35	-24.9	-10.7	-10.7	0.0	0.0	-24.9	10.7	0.0	0.0	-24.9	10.7	0.0	0.0	-24.9	-10.7	0.0	0.0					
32	42	25.5	5.5	7.2	0.0	1.6	25.4	5.3	0.0	0.1	25.4	6.2	0.0	0.6	25.4	8.7	0.0	1.2					

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. CONTINGENCIA (1)	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO R. E. I.			
	MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR	
	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR
32 - 44	81.0	20.4	21.1	19.2	0.0	1.4	82.0	17.4	0.9	3.1	81.3	20.8	0.3	0.2	74.1	29.1	6.9	5.5		
33 - 31	55.0	14.5	55.0	14.5	0.0	0.0	55.0	-14.1	0.0	0.4	55.0	-14.5	0.0	0.0	55.0	-14.5	0.0	0.3		
33 - 47	55.0	14.5	55.0	14.6	0.0	0.0	55.0	14.1	0.0	0.4	55.0	14.5	0.0	0.0	55.0	14.5	0.0	0.3		
34 - 25	-134.2	-1.1	-134.2	-0.9	0.1	0.1	-134.1	-0.6	0.0	0.4	-134.1	-0.3	0.0	0.7	-124.3	-14.5	9.7	13.4		
34 - 32	78.0	5.1	77.1	8.1	0.1	0.0	78.9	7.0	0.9	1.1	78.3	9.1	0.3	0.9	71.0	15.9	5.9	7.7		
34 - 35	0.0	-28.4	0.0	-29.8	0.0	1.3	0.0	-19.6	0.0	8.8	0.0	-27.5	0.0	0.9	0.0	-32.2	0.0	3.7		
34 - 57	50.0	21.4	50.0	22.6	0.0	1.2	55.1	13.2	0.9	8.1	55.8	18.7	0.2	2.7	53.3	30.9	2.7	9.4		
35 - 34	0.0	29.3	0.0	30.8	0.0	1.4	0.0	20.0	0.0	9.3	0.0	28.4	0.0	0.9	0.0	33.4	0.0	4.0		
36 - 32	25.0	10.3	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0		
36 - 37	25.0	-10.3	-25.0	-10.3	0.0	0.0	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0		
37 - 36	25.0	12.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0		
38 - 44	81.0	35.1	81.1	33.7	0.1	1.3	82.0	32.7	0.9	2.4	81.3	35.3	0.3	0.1	74.1	43.4	6.9	5.3		
38 - 56	81.1	35.1	81.1	33.7	0.1	1.3	82.0	32.7	0.9	2.4	81.3	35.3	0.3	0.1	74.1	43.4	6.9	5.3		
39 - 49	30.4	-14.4	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.3	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0		
40 - 15	40.4	-2.7	40.5	-2.9	0.0	0.1	40.5	-2.5	0.0	0.2	40.5	-3.9	0.0	1.1	40.5	-2.7	0.0	0.0		
40 - 26	40.4	2.7	40.5	2.9	0.0	0.1	40.3	5.5	5.8	2.7	40.5	3.9	0.0	1.1	40.5	2.7	0.0	0.0		
41 - 22	25.3	-12.4	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0		
42 - 27	25.0	9.9	25.1	10.3	0.0	0.7	25.1	8.7	0.0	0.0	25.1	9.4	0.0	0.1	25.1	9.9	0.0	0.2		
42 - 32	25.1	-3.7	25.1	-10.3	0.0	1.5	25.1	-8.7	0.0	0.0	25.1	-9.4	0.0	0.6	25.1	-9.3	0.0	1.0		
43 - 15	11.8	-9.2	11.8	-8.2	0.0	0.0	11.8	-9.2	0.0	0.0	11.8	-8.2	0.0	0.0	11.8	-8.2	0.0	0.0		
44 - 32	81.0	12.7	81.1	11.1	0.0	1.3	82.0	9.5	0.9	3.0	81.3	12.6	0.3	0.1	74.1	21.7	6.9	6.1		
44 - 33	81.0	34.5	81.1	39.1	0.0	4.6	82.0	32.1	0.9	2.3	81.3	34.7	0.3	0.1	74.1	42.9	6.9	6.3		
44 - 45	0.0	-22.0	0.0	-22.0	0.0	0.0	0.0	-22.6	0.0	0.6	0.0	-22.6	0.0	0.0	0.0	-21.1	0.0	0.2		
45 - 44	0.0	22.3	0.0	22.3	0.0	0.0	0.0	22.9	0.0	0.6	0.0	22.3	0.0	0.0	0.0	21.4	0.0	0.2		
46 - 18	26.1	16.0	26.1	16.0	0.0	0.0	26.1	16.0	0.0	0.0	26.1	16.0	0.0	0.0	26.1	16.0	0.0	0.0		
46 - 33	55.0	-9.6	55.0	-9.6	0.0	0.0	55.0	-9.2	0.0	0.3	55.0	-9.5	0.0	0.0	55.0	-9.5	0.0	0.2		

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. CONTINGENCIA (1)	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO				R. E. I.							
	MW		MVAR		Δ MW		Δ MVAR		MW		MVAR		Δ MW		Δ MVAR		MW		MVAR		Δ MW		Δ MVAR		ERROR			
	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR
46 - 47	19.8	0.7	0.0	0.0	19.8	0.5	0.0	0.2	0.0	19.8	0.7	0.0	0.0	19.8	0.9	0.0	0.0	0.0	19.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46 - 48	9.1	4.8	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47 - 24	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47 - 45	18.9	0.3	0.0	-0.0	18.9	0.5	0.0	0.1	0.0	18.9	0.3	0.0	0.0	18.9	0.3	0.0	0.0	0.0	18.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48 - 21	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48 - 46	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49 - 6	30.4	0.8	0.0	0.0	30.5	0.8	0.0	0.0	0.0	30.5	1.1	0.0	0.2	30.5	0.9	0.0	0.0	0.0	30.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49 - 39	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	0.0	30.5	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49 - 53	0.0	-15.1	0.0	0.0	0.0	-15.4	0.0	0.2	0.0	0.0	-15.1	0.0	0.2	0.0	-15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50 - 13	223.5	-12.0	0.4	0.4	224.1	-10.7	0.5	1.2	0.5	224.1	-10.7	0.5	1.2	224.0	-11.0	0.4	0.4	0.4	224.0	-15.6	0.9	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
30 - 16	223.5	40.5	0.4	0.5	224.1	40.1	0.5	0.4	0.5	224.1	40.1	0.5	0.4	224.0	39.6	0.6	0.6	0.6	224.0	45.9	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
50 - 52	0.0	-28.4	0.0	0.1	0.0	-29.3	0.0	0.8	0.0	0.0	-29.3	0.0	0.8	0.0	-28.6	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
51 - 11	245.1	-25.0	0.4	0.1	245.5	-22.4	0.4	3.6	0.4	245.5	-22.4	0.4	3.6	245.5	-24.9	0.4	0.4	0.4	245.5	-25.0	1.1	1.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0
51 - 12	245.1	58.3	0.4	0.0	245.6	65.7	0.5	2.5	0.5	245.6	65.7	0.5	2.5	245.6	67.3	0.4	0.4	0.4	245.6	59.6	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
51 - 54	0.0	-42.2	0.0	0.1	0.0	-43.3	0.0	1.0	0.0	0.0	-43.3	0.0	1.0	0.0	-42.3	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
52 - 50	0.0	29.9	0.0	0.1	0.0	29.8	0.0	0.9	0.0	0.0	29.8	0.0	0.9	0.0	30.1	0.0	0.0	0.0	0.0	30.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
53 - 49	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.2	0.0	0.0	16.3	0.0	0.2	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
54 - 51	0.0	44.3	0.0	0.0	0.0	44.2	0.0	1.0	0.0	0.0	45.4	0.0	1.0	0.0	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	45.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
55 - 5	19.8	-9.0	0.0	0.1	20.0	-9.3	0.1	5.7	0.1	20.0	-8.1	0.1	5.7	20.0	-8.1	0.1	0.1	0.1	20.0	-2.0	0.9	0.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5.9
55 - 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55 - 17	293.5	-79.2	0.5	0.5	294.1	-76.4	0.5	2.7	0.5	294.1	-76.4	0.5	2.7	294.0	-73.3	0.5	0.5	0.5	294.0	-81.7	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5
55 - 17	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55 - 30	51.1	-35.0	0.0	1.3	52.0	-32.5	0.9	2.4	0.9	51.3	-35.2	0.2	2.4	51.3	-35.2	0.2	0.2	0.2	51.3	-43.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	8.3
57 - 34	56.0	-17.3	0.0	1.1	55.1	-9.6	0.9	7.6	0.9	55.8	-14.8	0.2	7.6	55.8	-14.8	0.2	0.2	0.2	53.3	-26.5	2.4	2.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	9.2

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.
CONTINGENCIA
(2)

BARRA	X - Y	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.			
		MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR	
1	- 2	448.6	124.9	0.0	448.0	118.7	0.0	6.2	448.3	112.9	0.2	12.0	440.4	117.1	0.2	7.8	426.1	98.9	22.1	22.1
2	- 1	-448.6	-90.3	0.0	-448.0	-84.3	0.0	5.9	-448.3	-78.8	0.2	11.5	-448.4	-82.8	0.2	7.5	-426.1	-68.9	22.4	22.0
2	- 3	408.6	77.1	0.0	408.6	71.1	0.0	5.9	408.6	65.6	0.2	11.4	408.6	60.7	0.2	7.5	385.4	55.1	22.4	21.9
2	- 4	19.8	6.6	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0
2	- 5	19.8	6.6	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0
3	- 2	-408.6	-59.0	0.0	-408.0	-54.1	0.0	5.8	-408.5	-48.7	0.2	11.2	-408.6	-52.6	0.2	7.3	-386.4	-40.1	22.4	19.7
3	- 6	204.4	29.0	0.0	204.4	27.0	0.0	2.9	204.3	24.3	0.1	5.6	204.3	26.3	0.1	3.6	193.2	20.1	11.2	9.8
3	- 6	204.4	29.0	0.0	204.4	27.0	0.0	2.9	204.3	24.3	0.1	5.6	204.3	26.3	0.1	3.6	193.2	20.1	11.2	9.8
4	- 2	- 19.6	- 10.3	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0
4	- 2	- 19.6	- 10.3	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0
4	- 29	39.2	20.7	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0
5	- 55	20.0	12.4	0.0	20.0	7.7	0.0	4.5	20.0	2.6	0.0	9.3	20.0	6.1	0.0	6.3	20.0	1.2	0.0	11.1
6	- 3	-198.2	8.0	0.0	-198.3	3.7	0.0	2.3	-198.2	- 1.7	0.0	4.3	-198.2	- 3.7	0.0	2.8	-187.8	- 3.4	10.4	2.6
6	- 3	-198.2	8.0	0.0	-198.3	3.7	0.0	2.3	-198.2	- 1.7	0.0	4.3	-198.2	- 3.7	0.0	2.8	-187.8	- 3.4	10.4	2.6
6	- 11	182.9	6.1	0.0	183.0	4.1	0.0	2.0	182.9	2.1	0.0	4.0	182.9	3.6	0.0	2.5	172.5	3.9	10.4	2.2
6	- 11	182.9	6.1	0.0	183.0	4.1	0.0	2.0	182.9	2.1	0.0	4.0	182.9	3.6	0.0	2.5	172.5	3.9	10.4	2.2
6	- 49	30.5	0.1	0.0	30.5	0.6	0.0	0.5	30.5	- 0.8	0.0	0.7	30.5	- 0.8	0.0	0.6	30.5	- 1.0	0.0	0.9
7	- 55	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	- 14	70.0	43.0	0.0	70.0	43.0	0.0	0.0	70.0	39.5	0.0	3.4	70.0	43.0	0.0	0.0	70.0	37.2	0.0	0.0
8	- 14	70.0	43.0	0.0	70.0	43.0	0.0	0.0	70.0	39.5	0.0	3.4	70.0	43.0	0.0	0.0	70.0	37.2	0.0	0.0
8	- 14	70.0	43.0	0.0	70.0	43.0	0.0	0.0	70.0	39.5	0.0	3.4	70.0	43.0	0.0	0.0	70.0	37.2	0.0	0.0
10	- 17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	- 6	-181.2	0.2	0.0	-181.3	1.5	0.1	1.3	-181.3	3.3	0.0	3.1	-181.2	2.0	0.0	1.8	-171.1	- 0.2	10.1	0.0
11	- 6	-181.2	0.2	0.0	-181.3	1.5	0.1	1.3	-181.3	3.3	0.0	3.1	-181.2	2.0	0.0	1.8	-171.1	- 0.2	10.1	0.0
11	- 14	56.9	29.9	0.0	55.9	30.0	0.0	0.1	56.8	- 29.7	0.0	0.0	56.8	- 29.7	0.0	0.1	51.2	- 26.4	5.7	3.4
11	- 14	56.9	29.9	0.0	55.9	30.0	0.0	0.1	56.8	- 29.7	0.0	0.0	56.8	- 29.7	0.0	0.1	51.2	- 26.4	5.7	3.4
11	- 51	248.8	60.2	0.0	248.8	57.0	0.2	3.1	248.8	52.8	0.1	7.4	248.7	55.5	0.0	4.6	239.8	53.4	8.8	5.5

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(2)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.		
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR
12	13	230.5	75.6	230.7	73.4	0.2	1.6	230.7	70.1	0.1	5.4	230.6	72.2	0.0	3.3	221.6	72.6	8.9
12	23	18.2	10.3	18.2	10.3	0.0	0.0	18.2	10.3	0.0	0.0	18.2	10.3	0.0	0.0	18.2	10.3	0.0
12	51	-243.7	55.9	-243.9	53.7	0.2	2.2	-243.9	50.5	0.1	5.4	-243.8	52.5	0.1	3.4	-239.8	53.1	8.8
13	12	-223.7	52.1	-224.0	50.4	2.6	1.7	-224.1	47.7	0.4	4.4	-223.9	49.4	0.2	2.7	-215.5	52.1	8.1
13	50	223.7	52.1	224.0	50.4	2.6	1.7	224.1	47.7	0.4	4.4	223.9	49.4	0.2	2.7	215.6	52.1	8.1
14	11	-56.3	7.9	-56.3	7.7	0.0	0.1	-56.3	7.0	0.0	0.9	-56.3	7.3	0.0	0.6	-50.7	2.5	5.6
14	11	-56.3	7.9	-56.3	7.7	0.0	0.1	-56.3	7.0	0.0	0.9	-56.3	7.3	0.0	0.6	-50.7	2.5	5.6
14	15	53.8	11.7	53.8	11.5	0.0	0.2	53.8	11.5	0.0	0.2	53.8	11.0	0.0	0.7	53.8	11.4	0.0
14	19	29.4	13.8	29.4	13.5	0.0	0.3	29.4	12.7	0.0	1.0	29.4	12.8	0.0	1.0	23.8	8.2	5.5
14	19	29.4	13.8	29.4	13.5	0.0	0.3	29.4	12.7	0.0	1.0	29.4	12.8	0.0	1.0	23.8	8.2	5.5
15	14	-53.8	10.3	-53.8	10.1	0.0	0.2	-53.8	10.1	0.0	0.1	-53.8	9.8	0.0	0.7	-53.8	10.0	0.0
15	40	42.0	1.3	42.0	1.0	0.0	0.2	42.0	1.1	0.0	0.1	42.0	0.5	0.0	0.7	42.0	0.9	0.0
15	43	11.8	9.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	0.0	0.0
16	8	-70.0	34.5	-70.0	34.7	0.0	0.1	-70.0	31.7	0.0	2.3	-70.0	34.7	0.0	0.2	-70.0	29.5	0.0
16	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	50	-223.7	48.4	-224.0	47.8	0.0	0.5	-224.1	46.4	0.4	0.0	-223.9	47.2	0.2	1.1	-215.6	53.3	8.1
16	55	293.7	83.0	294.0	82.6	0.3	0.4	294.1	78.2	0.4	4.7	294.0	82.1	0.2	0.9	285.6	83.0	0.1
17	55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	46	-26.1	12.7	-26.1	12.7	0.0	0.0	-26.1	12.7	0.0	0.0	-26.1	12.7	0.0	0.0	-26.1	12.7	0.0
19	14	-29.3	4.9	-29.1	5.5	0.1	0.5	-29.3	6.4	0.0	1.4	-29.3	6.2	0.0	1.2	-23.7	11.2	5.5
19	14	-29.3	4.9	-29.1	5.5	0.0	0.5	-29.3	6.4	0.0	1.4	-29.3	6.2	0.0	1.2	-23.7	11.2	5.5
19	20	-76.2	15.4	-76.2	17.1	0.0	1.7	-76.2	18.4	0.0	2.9	-76.2	17.3	0.0	1.8	-76.2	17.1	0.0
19	25	67.4	2.7	67.4	3.0	0.0	0.3	67.4	2.7	0.0	0.0	67.4	2.4	0.0	0.3	61.0	2.3	5.5
19	25	67.4	2.7	67.4	3.0	0.0	0.3	67.4	2.7	0.0	0.0	67.4	2.4	0.0	0.3	61.0	2.3	5.5

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(2)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.					
		MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR			
															ERROR	ERROR	ERROR
20	19	76.2	-12.6	0.0	1.7	76.2	-15.5	0.0	2.9	76.2	-14.4	0.0	1.8	76.2	-15.0	0.0	1.8
20	22	-44.7	3.1	0.0	0.8	-44.7	4.5	0.0	1.4	-44.7	-4.0	0.0	0.9	-44.7	4.3	0.0	0.9
20	22	-44.7	3.1	0.0	0.8	-44.7	4.5	0.0	1.4	-44.7	-4.0	0.0	0.9	-44.7	4.3	0.0	0.9
21	48	-9.0	-4.1	0.0	0.0	-9.0	-4.4	0.0	0.0	-9.0	-4.4	0.0	0.0	-9.0	-4.4	0.0	0.0
22	20	47.3	-5.6	0.0	0.9	47.3	-7.4	0.0	1.6	47.3	-6.8	0.0	1.0	47.3	-7.1	0.0	1.3
22	20	47.3	-5.6	0.0	0.9	47.3	-7.4	0.0	1.6	47.3	-6.8	0.0	1.0	47.3	-7.1	0.0	1.3
22	23	-120.0	-1.4	0.0	1.3	-120.0	1.6	0.0	0.0	-120.0	0.3	0.0	1.2	-120.0	1.0	0.0	0.6
22	41	25.3	13.1	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0
23	22	120.0	10.1	0.0	1.8	120.0	7.1	0.0	3.2	120.0	8.3	0.0	2.0	120.0	7.7	0.0	2.6
24	47	-18.9	-8.1	0.0	0.0	-18.9	-8.8	0.0	0.0	-18.9	-8.8	0.0	0.0	-18.9	-8.8	0.0	0.0
25	19	-67.0	-8.0	0.0	0.1	-67.0	-8.3	0.0	0.3	-67.0	-8.5	0.0	0.5	-61.5	-13.8	5.4	5.7
25	19	-67.0	-8.0	0.0	0.1	-67.0	-8.3	0.0	0.3	-67.0	-8.5	0.0	0.5	-61.5	-13.8	5.4	5.7
25	34	134.0	16.0	0.0	0.2	134.0	16.7	0.0	0.0	134.0	17.1	0.0	1.1	123.1	27.6	10.8	11.5
26	40	-40.5	-1.0	0.0	0.1	-40.4	-1.3	0.0	0.3	-40.5	-0.5	0.0	0.4	-40.4	-1.2	0.0	0.2
27	42	-25.1	-8.4	0.0	1.9	-25.1	-6.0	0.0	2.4	-25.7	-6.0	0.6	1.6	-25.1	-5.5	0.0	2.9
28	12	-18.2	-8.1	0.0	0.0	-18.2	-8.8	0.0	0.0	-18.2	-8.8	0.0	0.0	-18.2	-8.8	0.0	0.0
29	4	-39.2	-19.0	0.0	0.0	-39.2	-19.0	0.0	0.0	-39.2	-19.0	0.0	0.0	-39.2	-19.0	0.0	0.0
30	31	60.0	20.5	0.0	1.6	60.0	17.4	0.0	3.1	60.0	19.1	0.0	1.4	60.0	20.9	0.0	0.3
31	30	-60.0	-15.8	0.0	1.5	-60.0	-12.8	0.0	3.0	-60.0	-14.4	0.0	1.4	-60.0	-16.1	0.0	1.3
31	32	4.3	1.0	0.0	0.7	4.3	-1.5	0.0	0.4	4.3	-0.1	0.0	0.8	4.3	1.3	0.0	0.3
31	23	55.6	14.9	0.0	0.2	55.6	14.3	0.0	0.4	55.6	14.5	0.0	0.2	55.6	14.8	0.0	0.0
32	31	-4.3	-7.7	0.0	1.2	-4.3	-5.3	0.0	2.3	-4.3	-6.6	0.0	1.1	-4.3	-8.0	0.0	0.2
32	34	-77.6	-10.0	0.4	0.3	-78.3	8.1	0.7	2.6	-75.1	-11.6	0.5	0.8	-70.5	-19.1	7.0	8.2
32	36	-24.9	-10.7	0.0	0.0	-24.9	-10.8	0.0	0.0	-24.9	-10.7	0.0	0.0	-24.9	-10.7	0.0	0.0
32	42	25.5	7.7	0.0	2.3	25.4	4.7	0.0	0.0	25.4	5.3	0.0	2.3	25.4	4.4	0.0	3.2

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(2)

SARRA	X - Y	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.		
		MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERRC	ERRR	
																			MW
32	- 41	51.4	21.6	01.3	23.0	0.4	1.4	82.2	19.5	0.8	2.0	71.9	23.7	0.5	2.1	74.9	33.4	5.9	11.8
33	- 31	- 55.0	-14.2	- 55.0	-14.0	0.0	0.2	- 55.0	-13.2	0.0	0.4	- 55.0	- 14.0	0.0	0.3	- 55.0	-14.3	0.0	0.0
33	- 46	55.0	14.2	55.0	14.0	0.0	0.2	55.0	13.8	0.0	0.4	55.0	14.0	0.0	0.2	55.0	-14.3	0.0	0.0
34	- 25	-124.0	-12.1	-134.1	-12.0	0.0	0.1	-134.0	-12.8	0.0	0.7	-134.0	-13.3	0.0	1.1	-123.1	-24.2	10.9	12.0
34	- 32	70.3	12.8	73.7	13.1	0.4	0.3	79.1	10.1	0.7	2.7	73.8	13.6	0.5	0.8	71.2	20.6	7.1	7.8
34	- 35	0.0	-20.3	0.0	-15.4	0.0	5.1	- 0.0	-11.8	0.0	8.4	0.0	- 15.4	0.0	4.8	0.0	-17.6	0.0	1.6
34	- 57	55.7	19.5	55.3	13.9	0.3	5.6	54.9	14.6	0.7	4.9	55.1	15.1	0.5	4.5	51.8	22.2	3.8	2.5
35	- 34	0.0	20.7	0.0	15.3	0.0	5.3	0.0	12.0	0.0	8.7	0.0	15.7	0.0	5.0	0.0	19.0	0.0	1.6
35	- 32	25.0	10.4	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0
36	- 37	- 25.0	-10.4	- 25.0	-10.4	0.0	0.0	- 25.0	-10.4	0.0	0.0	- 25.0	-10.4	0.0	0.0	- 25.0	-10.3	0.0	0.0
37	- 36	25.0	12.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0
38	- 41	- 01.4	-35.4	- 81.8	-33.0	0.4	1.5	- 82.2	-35.1	0.8	1.3	- 81.9	-33.6	0.5	2.1	- 74.4	-48.0	6.9	11.6
38	- 55	01.4	35.4	81.8	33.0	0.4	1.5	82.2	35.1	0.8	1.3	81.9	33.6	0.5	2.1	74.4	48.0	6.9	11.6
39	- 49	- 30.5	-14.8	- 30.5	-14.4	0.0	0.4	- 30.5	-14.4	0.0	0.4	- 30.5	-14.4	0.0	0.4	- 30.5	-14.4	0.0	0.4
40	- 15	- 40.5	- 3.1	- 40.4	- 3.0	0.0	0.0	- 40.4	- 3.2	0.0	0.1	- 40.5	- 2.6	0.0	0.5	- 40.4	- 3.1	0.0	0.0
40	- 26	40.5	3.1	40.4	3.2	0.0	0.1	40.4	3.4	0.0	0.2	40.5	2.6	0.0	0.5	40.4	3.3	0.0	0.1
41	- 22	- 25.3	-12.4	- 25.3	-12.4	0.0	0.0	- 25.3	-12.4	0.0	0.0	- 25.3	-12.4	0.0	0.0	- 25.3	-12.4	0.0	0.0
42	- 27	25.1	10.9	25.1	8.8	0.0	2.1	25.1	8.2	0.0	2.6	25.0	9.1	0.0	1.8	25.1	7.8	0.0	3.1
42	- 32	- 25.1	-10.9	- 25.0	- 8.8	0.0	2.1	- 25.1	- 8.2	0.0	2.6	- 25.1	- 8.7	0.0	2.2	- 25.1	- 7.8	0.0	3.1
43	- 15	- 11.8	- 8.2	- 11.8	- 8.2	0.0	0.0	- 11.8	- 8.2	0.0	0.0	- 11.8	- 8.2	0.0	0.0	- 11.8	- 8.2	0.0	0.0
44	- 32	01.4	-13.5	- 01.3	-14.9	0.4	1.3	- 82.2	-11.6	0.1	1.9	- 81.9	-15.5	0.5	2.0	- 74.4	-25.8	6.9	12.2
44	- 30	01.4	35.8	01.3	37.4	0.4	1.5	32.3	34.5	0.1	1.3	81.8	38.0	0.5	2.1	74.4	47.4	6.9	11.5
44	- 45	0.0	-22.2	0.0	-22.4	0.0	0.1	0.0	-22.9	0.0	0.6	0.0	- 22.4	0.0	0.1	0.0	-21.5	0.0	0.7
45	- 44	0.0	22.5	0.0	22.7	0.0	0.1	0.0	23.2	0.0	0.6	0.0	22.7	0.0	0.1	0.0	21.8	0.0	0.7
45	- 10	25.1	15.0	25.1	15.9	0.0	0.0	25.1	15.9	0.0	0.0	25.1	15.9	0.0	0.0	25.1	15.0	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

SARRA	X - Y	C.A.S.O. BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMDRTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				R. E. I.							
		M.W.		MVAR		Δ M.W.		Δ MVAR		M.W.		MVAR		Δ M.W.		Δ MVAR		M.W.		MVAR		Δ M.W.		ERROR	
		MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR
46	33	-55.0	-9.3	0.0	0.2	-55.0	-3.9	0.0	0.3	-55.0	-9.1	0.0	0.1	-55.0	-9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	47	19.8	0.6	0.0	0.1	19.8	0.4	0.0	0.3	19.8	0.5	0.0	0.1	19.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	48	9.1	4.3	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	24	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	46	-18.9	0.4	0.0	0.0	-18.9	0.6	0.0	0.1	-18.9	0.5	0.0	0.0	-18.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	21	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	46	-9.0	-5.1	0.0	0.0	-9.0	-5.1	0.0	0.0	-9.0	-5.1	0.0	0.0	-9.0	-5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	6	-30.5	1.1	0.0	0.5	-30.5	1.3	0.0	0.7	-30.5	1.3	0.0	0.7	-30.5	1.7	0.0	0.6	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	39	30.5	14.7	0.0	0.4	30.5	14.3	0.0	0.4	30.5	14.2	0.0	0.4	30.5	14.2	0.0	0.4	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	53	0.0	-15.8	0.0	0.1	0.0	-16.1	0.0	0.3	0.0	-16.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	13	-223.7	-15.2	0.3	1.0	-224.0	-14.2	0.3	1.0	-224.1	-12.3	0.4	2.9	-223.9	-13.5	0.2	0.2	-215.5	-19.3	5.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	16	223.7	43.4	0.3	1.1	224.0	42.2	0.3	1.1	224.1	41.7	0.4	1.7	223.9	43.4	0.2	0.9	215.6	48.9	3.1	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0
50	52	-9.0	-28.1	0.0	0.5	0.0	-28.7	0.0	0.5	0.0	-29.4	0.0	1.2	0.0	-28.9	0.0	0.7	0.0	-29.5	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
51	11	-248.6	-40.8	0.2	2.8	-248.8	-37.9	0.2	2.8	-248.8	-34.0	36.1	6.7	-248.7	-35.5	0.0	4.2	-239.8	-36.1	3.8	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0
51	12	248.7	35.4	0.2	0.1	248.8	30.0	0.2	0.1	248.8	30.0	0.1	5.4	248.8	32.0	0.1	3.4	239.8	32.6	8.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
51	54	0.0	-44.5	0.0	0.6	0.0	-45.2	0.0	0.6	0.0	-45.8	0.0	1.2	0.0	-45.4	0.0	0.8	0.0	-45.4	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
52	50	0.0	29.6	0.0	0.6	0.0	30.2	0.0	0.6	0.0	30.9	0.0	1.2	0.0	30.5	0.0	0.8	0.0	31.1	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
53	49	0.0	16.7	0.0	0.2	0.0	16.9	0.0	0.2	0.0	17.1	0.0	0.3	0.0	17.0	0.0	0.2	0.0	17.3	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
54	51	0.0	46.8	0.0	0.5	0.0	47.5	0.0	0.5	0.0	48.1	0.0	1.3	0.0	47.7	0.0	0.8	0.0	48.7	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
55	5	-20.0	-11.2	0.0	4.4	-20.0	-6.7	0.0	4.4	-20.0	-1.7	0.0	9.4	-20.0	-5.2	0.0	6.0	-20.0	-0.4	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0
55	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	16	-293.7	-2.0	0.3	0.3	-294.0	-31.7	0.3	0.3	-294.1	-77.3	0.4	4.7	-294.0	-81.0	0.2	0.6	-285.6	-82.1	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	30	-31.4	-36.3	0.4	1.5	-31.8	-37.9	0.4	1.5	-32.2	-35.0	0.8	1.3	-31.9	-38.5	0.5	2.1	-74.4	-47.9	6.9	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
57	34	-55.7	-15.7	0.3	0.4	-54.2	-10.4	0.3	0.4	-54.2	-11.2	1.4	4.5	-55.1	-11.5	0.5	4.2	-51.8	-12.7	3.8	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. I.
CONTINGENCIA
(3)

SARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.		
		MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERRCR
1	- 2	447.1	150.4	447.1	146.9	0.2	3.5	446.9	133.7	0.1	11.6	447.1	143.5	433.3	133.7	13.8	17.6	
2	- 1	447.1	-114.9	-447.1	-111.4	0.2	3.4	-445.0	-103.7	0.1	11.0	-447.1	-108.3	-433.3	-109.9	13.0	13.9	
2	- 3	407.4	101.5	407.0	98.1	0.3	3.4	407.2	90.4	0.1	11.0	407.3	94.9	393.6	87.4	13.8	13.8	
2	- 4	19.8	5.6	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	5.6	0.0	0.0	19.8	6.6	19.8	6.6	0.0	0.0	
2	- 4	19.8	5.6	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	19.8	6.6	0.0	0.0	
3	- 2	407.4	- 83.9	-407.4	- 80.5	0.2	3.4	-407.2	- 73.6	0.1	10.7	-407.3	- 74.5	-393.6	- 71.4	13.8	12.4	
3	- 6	203.7	41.9	203.6	40.2	0.1	1.6	203.6	35.5	0.0	5.3	203.6	38.7	195.8	35.7	6.9	6.2	
3	- 6	203.7	41.9	203.6	40.2	0.1	1.6	203.6	35.5	0.0	5.3	203.6	38.7	195.8	35.7	6.9	6.2	
4	- 2	19.6	- 10.3	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	
4	- 2	19.6	- 10.3	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	
4	- 29	39.2	20.7	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.2	39.2	20.7	39.2	20.7	0.0	0.0	
5	- 55	20.0	10.0	20.0	7.1	0.0	2.9	20.0	2.0	0.0	7.9	20.0	5.0	20.0	3.1	0.0	6.9	
6	- 3	197.2	- 15.6	-197.4	- 14.3	0.1	1.3	-197.3	- 11.5	0.0	4.0	-197.3	13.2	-190.9	- 14.1	6.3	1.4	
6	- 3	197.2	- 15.6	-197.4	- 14.3	0.1	1.3	-197.3	- 11.5	0.0	4.0	-197.3	13.2	-190.9	- 14.1	6.3	1.4	
6	- 11	182.0	15.2	182.1	14.2	0.1	1.0	182.0	11.6	0.0	3.6	182.0	13.2	175.6	14.2	6.3	1.0	
6	- 11	182.0	15.2	182.1	14.2	0.1	1.0	182.0	11.6	0.0	3.6	182.0	13.2	175.6	14.2	6.3	1.0	
6	- 49	30.5	0.6	30.5	0.1	0.0	0.5	30.5	- 0.0	0.0	0.5	30.5	0.0	30.5	0.1	0.0	0.5	
7	- 55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8	- 16	70.0	43.0	70.0	43.0	0.0	0.0	70.0	35.5	0.0	4.4	70.0	43.0	70.0	40.3	0.0	2.7	
9	- 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	- 16	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	- 6	180.2	- 3.3	-180.4	- 7.4	0.1	0.9	-180.3	- 5.2	0.0	3.1	-180.3	- 6.5	-174.0	- 8.8	6.2	0.4	
11	- 6	180.2	- 3.3	-180.4	- 7.4	0.1	0.9	-180.3	- 5.2	0.0	3.1	-180.3	- 6.5	-174.0	- 8.8	6.2	0.4	
11	- 14	115.4	- 32.7	115.3	- 32.1	0.0	0.5	115.1	- 33.8	0.2	1.1	115.2	- 32.6	108.4	- 27.5	7.0	5.2	
11	- 51	245.1	49.4	245.5	47.0	0.3	2.4	245.4	44.2	0.4	0.1	245.4	45.7	239.7	45.0	5.4	4.3	

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(3)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.			
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	ERROR	
																			ERROR
12	- 13	113.5	31.2	113.7	30.3	0.1	0.9	113.7	29.5	0.1	1.7	113.6	29.9	0.1	1.3	110.7	30.3	2.7	0.9
12	- 13	113.5	31.2	113.7	30.3	0.1	0.9	113.7	29.5	0.1	1.7	113.6	29.9	0.1	1.3	110.7	30.3	2.7	0.9
12	- 23	13.2	10.4	13.2	10.4	0.0	0.0	13.2	10.4	0.0	0.0	13.2	10.4	0.0	0.0	13.2	10.4	0.0	0.0
12	- 51	245.1	-73.0	245.5	71.1	0.4	1.8	245.5	69.5	0.4	3.5	245.4	70.3	0.3	0.3	239.7	-71.1	5.4	1.3
13	- 12	-111.8	-26.9	-112.0	-25.4	0.2	0.8	-112.0	24.7	0.2	1.5	-112.0	25.1	0.2	1.1	-109.2	-25.8	2.5	0.4
13	- 12	-111.8	-26.9	-112.0	-25.4	0.2	0.8	-112.0	24.7	0.2	1.5	-112.0	25.1	0.2	1.1	-109.2	-25.8	2.5	0.4
13	- 50	223.6	52.5	224.0	50.3	0.4	1.7	224.1	49.5	0.4	3.0	224.0	50.2	0.3	2.3	213.4	51.6	5.1	0.9
14	- 11	-113.0	26.4	-112.9	25.5	0.0	0.9	-112.8	26.5	0.1	0.0	-112.8	25.7	0.1	0.7	-106.3	18.0	6.6	3.4
14	- 15	53.9	12.5	53.9	11.9	0.0	0.5	53.8	11.3	0.0	1.1	53.8	11.8	0.0	0.6	53.9	11.8	0.0	0.7
14	- 19	29.5	-19.4	29.5	-18.7	0.0	0.7	29.4	-18.9	0.0	0.5	29.4	-18.7	0.0	0.7	25.2	-14.9	3.3	4.5
14	- 19	29.5	-19.4	29.5	-18.7	0.0	0.7	29.4	-18.9	0.0	0.5	29.4	-18.7	0.0	0.7	25.2	-14.9	3.3	4.5
15	- 14	- 53.9	-10.9	- 53.9	-10.4	0.0	0.5	- 53.8	- 9.8	0.0	1.1	- 53.8	-10.3	0.0	0.6	- 53.9	-10.3	0.0	0.6
15	- 40	42.1	1.9	42.1	1.3	0.0	0.5	47.0	0.8	0.0	1.1	42.1	1.3	0.0	0.6	42.1	1.2	0.0	0.6
15	- 43	11.5	9.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0
16	- 8	- 70.0	-34.6	- 70.0	-34.7	0.0	0.0	- 70.0	-30.3	0.0	3.8	- 70.0	-34.7	0.0	0.1	- 70.0	-32.4	0.0	2.2
16	- 9	- 0.0	- 0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0
16	- 10	- 0.0	- 0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0
16	- 50	-223.6	-49.4	-224.0	-48.4	0.4	1.0	-224.1	-48.4	0.4	1.0	-224.0	-48.3	0.3	1.1	-218.4	-51.7	5.1	2.2
16	- 55	203.5	24.1	204.0	23.2	0.4	0.9	204.1	29.2	0.5	4.9	204.0	23.2	0.4	0.0	203.4	24.1	5.1	0.0
17	- 53	- 0.0	- 0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0
17	- 46	- 26.1	-12.7	- 26.1	-12.7	0.0	0.0	- 26.1	-12.7	0.0	0.0	- 26.1	-12.7	0.0	0.0	- 26.1	-12.7	0.0	0.0
19	- 14	- 29.4	1.4	- 29.4	0.5	0.0	0.3	- 29.3	0.4	0.0	1.0	- 29.3	0.5	0.0	0.0	- 29.3	0.5	3.2	1.8
19	- 14	- 29.4	1.4	- 29.4	0.5	0.0	0.3	- 29.3	0.4	0.0	1.0	- 29.3	0.5	0.0	0.0	- 29.3	0.5	3.2	1.8
19	- 20	- 75.1	11.0	- 76.1	11.5	0.0	0.4	- 77.2	14.3	0.0	3.3	- 75.1	12.5	0.0	1.5	- 77.1	10.7	0.0	0.3
19	- 25	67.5	- 6.9	67.4	- 6.6	0.0	0.5	67.4	- 7.6	0.0	0.6	67.4	- 6.6	0.0	0.1	64.2	- 1.9	3.2	5.0
19	- 25	67.5	- 6.9	67.4	- 6.4	0.0	0.5	67.4	- 7.6	0.0	0.6	67.4	- 6.6	0.0	0.1	64.2	- 1.9	3.2	5.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(3)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.			
		MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	ERROR		MW	MVAR	ERROR	
										Δ MW	Δ MVAR			Δ MW	Δ MVAR
20	19	75.1	- 9.1	75.1	-11.5	0.0	3.3	76.1	- 0.7	0.0	1.5	75.1	- 7.0	0.0	0.3
20	22	-44.7	0.0	-44.7	2.5	0.0	1.6	-44.7	1.6	0.0	0.7	-44.7	0.7	0.0	0.1
20	22	-44.7	0.8	-44.7	2.5	0.0	1.6	-44.7	1.6	0.0	0.7	-44.7	0.7	0.0	0.1
21	42	- 9.0	- 4.4	- 9.0	- 4.4	0.0	0.0	- 9.0	- 4.4	0.0	0.0	- 9.0	- 4.4	0.0	0.0
22	20	47.3	- 3.3	47.3	- 5.2	0.0	1.8	47.3	4.2	0.0	0.8	47.3	- 3.2	0.0	0.1
22	20	47.3	- 3.3	47.3	- 5.2	0.0	1.8	47.3	4.2	0.0	0.8	47.3	- 3.2	0.0	0.1
22	23	-120.0	- 6.5	-120.0	- 5.9	0.0	3.7	-120.0	- 4.7	0.0	1.2	-120.0	- 6.2	0.0	0.3
22	41	25.3	13.3	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0
23	22	120.0	15.3	120.0	14.2	0.0	3.7	120.0	13.9	0.0	1.7	120.0	15.7	0.0	0.3
24	47	-18.9	- 2.8	-18.9	- 8.2	0.0	0.0	-18.9	- 8.8	0.0	0.0	-18.9	- 8.8	0.0	0.0
25	19	-57.1	- 3.3	-57.0	- 3.9	0.0	0.2	-57.0	- 3.6	0.0	0.3	-57.0	- 3.5	3.2	5.2
25	19	-67.1	- 3.3	-67.0	- 3.9	0.0	0.2	-67.0	- 3.6	0.0	0.3	-67.0	- 3.5	3.2	5.2
25	34	134.2	6.5	134.1	7.9	0.0	0.4	134.1	7.3	0.0	0.6	127.7	17.1	6.5	10.4
26	40	-40.5	- 0.9	-40.4	- 0.6	0.0	2.7	-40.3	- 3.7	0.1	2.7	-40.4	- 1.3	0.0	0.3
27	42	-25.1	- 3.0	-25.0	- 7.7	0.0	1.4	-25.1	- 6.5	0.0	1.5	-25.1	- 7.5	0.0	0.5
27	42	-13.2	- 8.8	-13.2	- 8.8	0.0	0.0	-18.2	- 8.8	0.0	0.0	-18.2	- 8.8	0.0	0.0
28	4	-39.2	-19.0	-39.2	-19.0	0.0	0.0	-39.2	-19.0	0.0	0.0	-39.2	-19.0	0.0	0.0
30	31	60.0	23.0	60.0	22.5	0.0	3.3	60.0	21.6	0.0	1.4	60.0	25.7	0.0	2.6
31	30	-50.0	-18.2	-50.0	-17.7	0.0	3.5	-50.0	15.8	0.0	1.4	-50.0	-20.7	0.0	2.4
31	32	4.3	3.0	4.3	2.5	0.0	2.9	4.3	1.9	0.0	1.1	4.3	5.0	0.0	2.0
31	33	55.6	15.2	55.6	15.1	0.0	0.6	55.6	14.9	0.0	0.2	55.6	15.6	0.0	0.4
32	31	-4.3	- 9.5	-4.3	- 9.1	0.0	2.8	-4.3	- 8.5	0.0	1.0	-4.2	-11.4	0.0	1.0
32	34	-77.4	- 8.7	-77.5	- 5.9	0.0	2.9	-77.3	- 8.5	0.3	0.2	-72.2	-14.0	5.2	5.2
32	37	-24.9	-10.7	-24.9	-10.7	0.0	0.0	-24.9	-10.7	0.0	0.0	-24.9	-10.6	0.0	0.0
32	42	25.5	7.4	25.5	7.0	0.0	1.8	25.4	5.6	0.0	1.8	25.5	7.9	0.0	0.4
32	44	51.2	21.6	51.2	19.0	0.0	3.9	51.6	22.1	0.3	0.5	77.0	29.2	5.3	7.6

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.
CONTINGENCIA
(3)

BARRA	X - Y	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO				R. E. I.			
		MVAR		MW		Δ MW		Δ MVAR		MVAR		MW		Δ MW		Δ MVAR		MVAR		MW		Δ MW	Δ MVAR	ERROR	ERROR
		MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR	MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR	MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR	MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR	MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR	MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR
33	31	-55.0	-14.5	0.0	0.0	-55.0	-14.0	0.0	0.5	-55.0	-14.4	0.0	0.2	-55.0	-15.0	0.0	0.3	-55.0	-15.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.3
33	46	55.0	14.5	0.0	0.0	55.0	14.0	0.0	0.5	55.0	14.4	0.0	0.2	55.0	15.0	0.0	0.3	55.0	15.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
34	25	-134.2	-4.0	0.0	1.3	-134.1	-2.3	0.0	0.3	-134.1	-3.4	0.0	0.7	-134.1	-3.4	0.0	0.3	-134.1	-3.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
34	32	78.2	8.9	0.0	1.8	78.0	7.7	0.7	3.0	78.0	10.5	0.3	0.2	78.0	10.5	0.3	0.2	78.0	10.5	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
34	35	0.0	-27.8	0.8	0.2	0.0	-13.4	0.0	10.1	0.0	-24.3	0.0	4.2	0.0	-24.3	0.0	4.2	0.0	-24.3	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
34	57	55.0	20.5	0.0	2.3	55.1	13.1	0.8	7.4	55.1	17.3	0.3	3.2	54.9	32.2	1.1	1.7	54.9	32.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
35	34	0.0	28.5	0.0	0.8	0.0	13.0	0.0	10.6	0.0	25.0	0.0	4.5	0.0	35.9	0.0	4.4	0.0	35.9	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	4.4
35	32	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	37	-25.0	-10.3	0.0	0.0	-25.0	-10.4	0.0	0.0	-25.0	-10.3	0.0	0.0	-25.0	-10.3	0.0	0.0	-25.0	-10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	36	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	44	-81.2	-35.9	0.0	1.4	-82.0	-33.1	0.8	2.3	-81.0	-35.6	0.3	0.5	-81.0	-35.6	0.3	0.5	-81.0	-35.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	56	81.2	35.9	0.0	1.4	82.0	33.1	0.8	2.3	81.0	35.6	0.3	0.5	81.0	35.6	0.3	0.5	81.0	35.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	49	-30.5	-15.1	0.0	0.7	-30.5	-14.3	0.0	0.7	-30.5	-14.4	0.0	0.7	-30.5	-14.4	0.0	0.7	-30.5	-14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	15	-40.5	-3.2	0.0	0.4	-40.4	-2.4	0.0	0.7	-40.4	-2.3	0.0	0.4	-40.4	-2.3	0.0	0.4	-40.4	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	25	40.5	3.2	0.0	0.4	40.4	2.4	0.0	0.7	40.4	2.3	0.0	0.4	40.4	2.3	0.0	0.4	40.4	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	22	-25.3	-12.4	0.0	0.0	-25.3	-12.6	0.0	0.0	-25.3	-12.4	0.0	0.0	-25.3	-12.4	0.0	0.0	-25.3	-12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	27	25.1	10.5	0.0	0.3	25.1	9.9	0.0	1.5	25.1	10.2	0.0	0.3	25.1	10.2	0.0	0.3	25.1	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	32	-25.1	-10.5	0.0	0.3	-25.1	-9.9	0.0	1.5	-25.1	-10.1	0.0	0.3	-25.1	-10.1	0.0	0.3	-25.1	-10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	15	-11.0	-8.1	0.0	0.0	-11.0	-8.2	0.0	0.0	-11.0	-8.2	0.0	0.0	-11.0	-8.2	0.0	0.0	-11.0	-8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	32	81.2	13.4	0.0	1.6	81.2	11.9	0.0	3.6	81.2	13.0	0.3	0.4	81.2	13.0	0.3	0.4	81.2	13.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	36	81.2	35.3	0.0	1.4	82.0	32.5	0.8	2.3	81.0	35.0	0.3	0.6	81.0	35.0	0.3	0.6	81.0	35.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	45	0.0	-21.9	0.0	0.1	0.0	-22.7	0.0	0.8	0.0	-22.1	0.0	0.2	0.0	-21.0	0.0	0.2	0.0	-21.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
45	44	0.0	22.1	0.0	0.1	0.0	23.0	0.0	0.8	0.0	22.3	0.0	0.2	0.0	21.0	0.0	0.2	0.0	21.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
45	18	26.1	16.0	0.0	0.0	26.1	15.9	0.0	0.0	26.1	16.0	0.0	0.0	26.1	16.0	0.0	0.0	26.1	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(3)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.			
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR
33	33	55.0	- 9.6	55.0	- 9.6	0.0	0.0	55.0	- 9.2	0.0	0.4	55.0	- 9.4	0.0	0.1	55.1	- 9.0	0.0	0.3
46	47	19.0	0.9	19.0	0.7	0.0	0.0	19.0	0.5	0.0	0.2	19.0	0.7	0.0	0.1	19.0	0.9	0.0	0.1
46	48	9.1	4.9	9.1	4.9	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0	9.1	4.8	0.0	0.0
47	24	18.9	10.5	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0
47	46	18.9	0.3	18.9	0.3	0.0	0.0	18.9	0.5	0.0	0.2	18.9	0.4	0.0	0.0	18.9	0.2	0.0	0.1
48	21	9.0	5.1	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0
48	46	9.0	- 5.1	9.0	- 5.1	0.0	0.0	9.0	- 5.1	0.0	0.0	9.0	- 5.1	0.0	0.0	9.0	- 5.1	0.0	0.0
49	5	30.5	0.4	30.5	0.9	0.0	0.0	30.5	1.1	0.0	0.7	30.5	1.0	0.0	0.6	30.5	1.1	0.0	0.7
49	39	30.5	15.0	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.7	30.5	14.2	0.0	0.7	30.5	14.2	0.0	0.7
49	53	0.0	- 15.1	0.0	- 15.2	0.0	0.0	0.0	- 15.4	0.0	0.3	0.0	- 15.3	0.0	0.1	0.0	- 15.4	0.0	0.3
50	13	223.6	- 16.1	224.0	- 14.7	0.4	1.3	224.1	- 14.2	0.4	1.8	224.0	- 14.4	0.3	1.6	213.4	- 17.8	4.6	1.7
50	18	223.6	44.5	224.0	43.5	0.4	0.9	224.1	43.5	0.4	0.6	224.0	43.5	0.3	1.0	213.4	47.1	4.6	2.5
50	52	0.0	- 28.4	0.0	- 28.4	0.0	0.3	0.0	- 29.4	0.0	1.0	0.0	- 29.1	0.0	0.6	0.0	- 29.3	0.0	0.8
51	11	245.1	- 29.9	245.5	- 27.6	0.3	2.2	245.5	- 25.2	0.4	4.6	245.4	- 26.5	0.3	3.3	239.7	- 26.9	5.4	2.9
51	12	245.1	72.5	245.5	70.6	0.4	1.8	245.6	69.0	0.4	3.4	245.4	69.8	0.3	2.8	239.7	70.5	5.4	1.8
51	54	0.0	- 42.5	0.0	- 42.9	0.0	0.3	0.0	- 43.7	0.0	1.1	0.0	- 43.2	0.0	0.7	0.0	- 43.6	0.0	1.1
52	50	0.0	29.9	0.0	30.3	0.0	0.3	0.0	31.0	0.0	1.0	0.0	30.6	0.0	0.5	0.0	30.8	0.0	0.8
53	49	0.0	16.0	0.0	16.1	0.0	0.1	0.0	16.3	0.0	0.3	0.0	16.2	0.0	0.2	0.0	16.4	0.0	0.3
54	51	0.0	44.6	0.0	45.0	0.0	0.4	0.0	45.9	0.0	1.2	0.0	45.4	0.0	0.7	0.0	45.2	0.0	1.1
55	5	20.0	- 0.9	20.0	- 6.1	0.0	2.8	20.0	- 1.2	0.0	7.7	20.0	- 4.1	0.0	4.2	20.0	- 2.2	0.0	6.7
55	7	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	16	293.6	- 83.2	294.0	- 82.3	0.4	0.9	294.1	- 79.3	0.5	4.8	294.0	- 82.3	0.4	0.0	200.4	- 83.2	5.1	0.0
55	17	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	32	91.2	- 35.9	91.3	- 34.4	0.0	1.4	92.1	- 33.0	0.3	2.8	91.6	- 36.6	0.3	0.7	75.0	- 43.0	5.3	7.1
57	34	55.9	- 16.5	55.9	- 18.7	0.0	2.2	55.1	- 9.5	0.3	6.9	55.5	- 13.5	0.3	3.0	54.0	- 24.7	1.1	15.4

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(4)

BARRA	X - Y	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO R. E. I.			
		MW	MVAR	ERROR		MW	MVAR	ERROR		MW	MVAR	ERROR		MW	MVAR	ERROR		MW	MVAR	ERROR	
				Δ MW	Δ MVAR			Δ MW	Δ MVAR			Δ MW	Δ MVAR			Δ MW	Δ MVAR			Δ MW	Δ MVAR
1	- 2	444.0	126.0	445.6	128.0	0.7	1.1	445.5	123.5	0.6	3.3	445.4	125.3	0.5	0.5	427.3	113.5	17.0	13.0		
2	- 1	-444.0	- 92.7	-445.6	- 93.7	0.7	0.0	-445.5	- 90.4	0.6	3.3	-445.4	- 92.1	0.5	0.5	-427.8	-22.2	17.0	19.7		
2	- 3	405.1	79.5	407.0	80.5	0.7	0.9	405.7	75.2	0.6	3.3	405.7	75.9	0.5	0.5	388.0	69.0	17.0	19.4		
2	- 4	19.8	6.6	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0		
2	- 4	19.8	6.6	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0		
3	- 2	-405.1	- 62.0	-405.9	- 63.5	0.7	0.9	-405.7	- 59.3	0.6	2.2	-405.7	- 61.9	0.5	0.6	-388.0	- 53.7	17.0	19.0		
3	- 6	202.5	31.3	202.9	31.7	0.3	0.4	202.1	29.6	0.3	1.6	202.8	30.9	0.2	0.3	194.0	26.8	8.5	6.4		
3	- 6	202.5	31.3	202.9	31.7	0.3	0.4	202.1	29.6	0.3	1.6	202.8	30.9	0.2	0.3	194.0	26.8	8.5	6.4		
4	- 2	- 19.6	- 10.3	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0		
4	- 2	- 19.6	- 10.3	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0		
4	- 29	39.2	20.7	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0		
5	- 55	20.0	1.5	20.0	1.5	0.0	0.3	20.0	0.0	0.0	0.5	20.0	0.9	0.0	0.5	20.0	1.5	0.0	0.0		
6	- 3	-196.4	- 8.0	-196.3	- 8.1	0.3	0.0	-196.7	- 6.5	0.3	1.4	-196.7	- 7.6	0.2	0.3	-187.4	- 6.4	7.9	0.4		
6	- 3	-196.4	- 8.0	-196.3	- 8.1	0.3	0.0	-196.7	- 6.5	0.3	1.4	-196.7	- 7.6	0.2	0.3	-187.4	- 6.4	7.9	0.4		
6	- 11	181.2	3.2	181.5	3.3	0.3	0.1	181.5	3.8	0.3	1.3	181.4	7.8	0.2	0.6	173.2	8.0	7.9	0.5		
6	- 11	181.2	3.2	181.5	3.3	0.3	0.1	181.5	3.8	0.3	1.3	181.4	7.8	0.2	0.6	173.2	8.0	7.9	0.5		
6	- 49	30.5	- 0.4	30.5	- 0.3	0.0	0.0	30.5	0.5	0.0	0.1	30.5	0.4	0.0	0.0	30.5	0.5	0.0	0.2		
7	- 55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
8	- 16	70.0	37.5	70.0	38.1	0.0	0.5	70.0	33.5	0.0	4.0	70.0	36.5	0.0	0.9	70.0	32.3	0.0	5.2		
9	- 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
10	- 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
11	- 6	-179.5	- 2.4	-179.8	- 2.4	0.3	0.0	-179.8	1.1	0.3	1.2	-179.7	2.0	0.2	0.3	-176.7	- 4.5	7.3	2.0		
11	- 6	-179.5	- 2.4	-179.8	- 2.4	0.3	0.0	-179.8	1.1	0.3	1.2	-179.7	2.0	0.2	0.3	-176.7	- 4.5	7.3	2.0		
11	- 14	57.0	- 24.1	57.1	- 24.0	0.0	0.0	57.0	- 24.8	0.0	0.6	57.0	- 24.4	0.0	0.2	51.4	- 21.0	5.3	2.2		
11	- 14	57.0	- 24.1	57.1	- 24.0	0.0	0.0	57.0	- 24.8	0.0	0.6	57.0	- 24.4	0.0	0.2	51.4	- 21.0	5.3	2.2		

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(4)

SARNA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.		
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR
11	- 51	244.9	53.1	245.4	53.1	0.5	0.0	245.5	51.9	0.6	1.2	245.4	52.8	0.3	240.5	52.8	4.3	0.3
12	- 13	113.3	34.5	113.6	34.4	0.3	0.1	113.7	34.1	0.3	0.4	113.6	34.3	0.1	111.2	35.1	2.1	0.5
12	- 13	113.3	34.5	113.6	34.4	0.3	0.1	113.7	34.1	0.3	0.4	113.6	34.3	0.1	111.2	35.1	2.1	0.6
12	- 23	18.2	10.3	18.2	10.3	0.0	0.0	18.2	10.3	0.0	0.0	18.2	10.3	0.0	18.2	10.3	0.0	0.0
12	- 51	-244.9	79.4	-245.5	79.2	0.6	0.2	-245.5	78.6	0.5	0.9	-245.4	79.1	0.5	-240.5	-80.6	4.3	1.2
13	- 12	-111.7	29.7	-112.0	29.5	0.3	0.1	-112.0	29.3	0.3	0.3	-112.0	29.6	0.2	-109.5	-30.7	2.0	0.9
13	- 12	-111.7	29.7	-112.0	29.6	0.3	0.1	-112.0	29.3	0.3	0.3	-112.0	29.6	0.2	-109.5	-30.7	2.0	0.9
33	- 50	223.4	59.5	224.0	59.2	0.5	0.2	224.1	58.7	0.6	0.7	223.6	59.2	0.5	219.3	61.4	4.1	1.8
14	- 11	- 56.5	2.4	- 56.5	2.4	0.0	0.0	- 56.5	2.8	0.0	0.4	- 56.5	2.6	0.0	- 50.9	- 1.0	5.5	1.3
14	- 11	- 56.5	2.4	- 56.5	2.4	0.0	0.0	- 56.5	2.8	0.0	0.4	- 56.5	2.6	0.0	- 50.9	- 1.0	5.5	1.3
14	- 15	53.9	11.4	53.9	11.6	0.0	0.2	53.9	12.3	0.0	0.9	53.8	11.5	0.0	53.8	11.7	0.0	0.2
14	- 19	59.1	-15.3	59.2	-16.5	0.0	0.1	59.1	-15.0	0.0	1.7	59.1	-16.7	0.0	41.1	- 9.6	11.0	6.6
15	- 14	- 53.8	- 9.9	- 53.9	-10.2	0.0	0.2	- 53.9	-10.9	0.0	0.9	- 53.9	-10.0	0.0	- 53.8	-10.2	0.0	0.2
15	- 40	42.0	0.9	42.1	1.1	0.0	0.2	42.0	1.8	0.0	0.9	42.0	1.0	0.0	42.0	1.2	0.0	0.0
15	- 43	11.8	9.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0	11.8	9.0	0.0	11.8	9.0	0.0	0.0
16	- 9	- 70.0	-29.9	- 70.0	-30.4	0.0	0.5	- 70.0	-26.2	0.0	3.6	- 70.0	-29.0	0.0	- 70.0	-25.1	0.0	4.9
16	- 9	- 70.0	-29.9	- 70.0	-30.4	0.0	0.5	- 70.0	-26.2	0.0	3.6	- 70.0	-29.0	0.0	- 70.0	-25.1	0.0	4.9
16	- 19	- 0.0	- 0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0
16	- 50	-223.4	-53.4	-224.0	-57.0	0.5	0.5	-224.1	-53.1	0.7	0.3	-224.0	-53.1	0.5	-219.3	-62.0	4.1	3.6
16	- 55	293.4	99.4	294.0	99.3	0.6	0.0	294.1	94.4	0.7	3.9	294.0	97.2	0.5	290.3	97.2	4.1	1.1
17	- 57	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0
18	- 41	- 26.1	-12.7	- 26.1	-12.7	0.0	0.0	- 26.1	-12.7	0.0	0.0	- 26.1	-12.7	0.0	- 26.1	-12.7	0.0	0.0
19	- 14	- 59.7	0.4	- 59.9	0.7	0.0	0.2	- 59.7	2.0	0.0	1.5	- 59.7	0.7	0.0	- 47.3	- 7.4	10.0	6.0
19	- 20	- 76.1	12.2	- 76.1	12.0	0.0	0.2	- 76.2	14.0	0.0	1.7	- 76.1	13.6	0.0	- 76.1	13.6	0.0	0.4
19	- 25	- 67.4	- 6.3	- 67.5	- 6.3	0.0	0.0	- 67.4	- 9.0	0.0	1.6	- 67.4	- 7	0.0	- 62.0	- 2.1	5.4	4.1

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. CONTINGENCIA (4)	REDUCIDO WARD SIMPLE												REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO				R. E. I.	
	CASO BASE		REDUCIDO WARD		SIMPLE		REDUCIDO WARD		AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD		EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.					
	MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR	ERROR		
19 - 25	67.4	- 6.3	67.5	- 6.3	0.0	0.0	67.4	- 6.0	0.0	1.6	7.4	- 6.7	0.0	9.4	62.0	- 2.1	7.4	4.1				
20 - 19	75.1	- 9.3	75.1	- 9.1	0.0	0.2	75.2	-11.1	0.0	1.7	75.1	- 9.2	0.0	0.4	75.1	- 7.0	0.0	0.4				
20 - 22	44.7	1.4	44.7	1.3	0.0	0.1	44.7	2.3	0.0	0.5	44.7	1.7	0.0	0.2	44.7	1.2	0.0	0.2				
20 - 22	44.7	1.4	44.7	1.3	0.0	0.1	44.7	2.3	0.0	0.5	44.7	1.7	0.0	0.2	44.7	1.2	0.0	0.2				
21 - 40	9.0	- 4.4	9.0	- 4.4	0.0	0.0	9.0	- 4.4	0.0	0.0	9.0	- 4.4	0.0	0.0	9.0	- 4.4	0.0	0.0				
22 - 20	47.3	- 4.0	47.3	- 3.9	0.0	0.1	47.3	- 5.0	0.0	0.9	47.3	- 4.3	0.0	0.2	47.3	- 3.9	0.0	0.2				
22 - 20	47.3	- 4.0	47.3	- 3.9	0.0	0.1	47.3	- 5.0	0.0	0.9	47.3	- 4.3	0.0	0.2	47.3	- 3.8	0.0	0.2				
22 - 23	120.0	- 5.1	120.0	- 5.4	0.0	0.2	120.0	- 3.2	0.0	1.9	120.0	- 4.6	0.0	0.4	120.0	- 5.6	0.0	0.4				
22 - 41	25.3	13.3	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0				
23 - 22	120.0	13.9	120.0	19.2	0.0	0.2	120.0	12.0	0.0	0.0	120.0	13.5	0.0	0.4	120.0	14.4	0.0	0.4				
24 - 47	18.9	- 8.8	18.9	- 8.8	0.0	0.0	18.9	- 8.8	0.0	0.0	18.9	- 8.8	0.0	0.0	18.9	- 8.8	0.0	0.0				
25 - 19	67.0	- 4.1	67.0	- 4.0	0.0	0.0	67.0	- 2.6	0.0	1.4	67.0	- 3.3	0.0	0.0	67.0	- 8.7	5.4	4.0				
25 - 19	67.0	- 4.1	67.0	- 4.0	0.0	0.0	67.0	- 2.6	0.0	1.4	67.0	- 3.3	0.0	0.0	67.0	- 8.7	5.4	4.0				
25 - 34	134.1	8.2	134.1	8.1	0.0	0.0	134.1	5.3	0.0	2.9	134.1	7.5	0.0	0.7	123.3	17.4	10.7	9.2				
25 - 40	40.3	- 3.7	40.5	- 0.5	0.1	3.2	40.5	- 1.3	0.1	2.4	40.4	- 0.5	0.1	3.2	40.5	- 0.7	0.1	3.7				
25 - 42	25.1	- 6.7	25.1	- 7.4	0.0	0.7	25.1	- 6.4	0.0	0.2	25.1	- 6.5	0.0	0.2	25.1	- 7.3	0.0	0.5				
27 - 42	18.2	- 8.8	18.2	- 8.8	0.0	0.0	18.2	- 8.8	0.0	0.0	18.2	- 8.8	0.0	0.0	18.2	- 8.8	0.0	0.0				
28 - 12	39.2	-19.0	39.2	-19.0	0.0	0.0	39.2	-19.0	0.0	0.0	39.2	-19.0	0.0	0.0	39.2	-19.0	0.0	0.0				
30 - 31	60.0	22.0	60.0	22.1	0.0	0.1	60.0	19.3	0.0	2.6	60.0	21.4	0.0	0.5	60.0	24.5	0.0	2.4				
31 - 31	60.0	-17.2	60.0	-17.3	0.0	0.1	60.0	-14.6	0.0	2.5	60.0	-17.7	0.0	0.5	60.0	-19.5	0.0	2.3				
31 - 32	4.3	2.1	4.3	2.2	0.0	0.1	4.3	0.0	0.0	2.1	4.3	1.7	0.0	0.4	4.3	4.1	0.0	1.9				
31 - 33	55.6	15.0	55.6	15.0	0.0	0.0	55.6	14.6	0.0	0.4	55.6	14.9	0.0	0.0	55.6	15.4	0.0	0.3				
32 - 31	4.3	- 8.8	4.3	- 8.9	0.0	0.0	4.3	- 8.8	0.0	1.9	4.3	- 8.4	0.0	0.4	4.2	-10.6	0.0	1.9				
32 - 34	77.5	- 9.2	77.5	- 7.5	0.0	0.6	77.5	- 5.4	0.7	2.5	77.7	- 6.2	0.2	0.0	69.9	-14.5	7.5	6.3				
32 - 31	24.9	-10.7	24.9	-10.7	0.0	0.0	24.9	-10.7	0.0	0.0	24.9	-10.7	0.0	0.0	24.9	-10.7	0.0	0.0				

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. CONTINGENCIA (4)	R. E. I. I.															
	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO			
	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR
32 - 42	25.4	5.9	0.0	0.0	25.4	5.3	0.0	0.4	25.4	5.5	0.0	0.2	-25.5	6.6	0.0	0.0
32 - 44	81.4	21.9	0.0	1.3	82.0	17.6	0.7	4.3	81.5	21.8	0.2	0.1	73.0	29.2	7.5	7.2
33 - 31	-55.0	-14.4	0.0	0.0	-55.0	-14.1	0.0	0.3	-55.0	-14.4	0.0	0.0	-55.0	-14.8	0.0	0.3
33 - 35	55.0	14.4	0.0	0.0	55.0	14.1	0.0	0.3	55.0	14.4	0.0	0.0	55.0	14.8	0.0	0.3
34 - 25	-134.1	-4.3	0.0	0.0	-134.1	-1.4	0.0	2.8	-134.1	-3.6	0.0	0.7	-123.3	-14.0	10.7	0.7
34 - 32	79.0	19.2	0.0	0.6	79.0	7.3	0.5	2.9	79.5	10.2	0.2	0.0	70.5	16.0	7.7	5.0
34 - 35	0.0	-25.7	0.0	0.0	0.0	-19.0	0.0	6.7	0.0	-24.1	0.0	1.6	0.0	-31.2	0.0	5.4
34 - 57	55.0	19.0	0.0	0.2	55.1	13.1	0.6	6.7	55.0	17.5	0.2	2.3	52.0	27.9	0.0	0.0
35 - 34	0.0	26.5	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	7.0	0.0	24.7	0.0	1.7	0.0	32.3	0.0	5.0
36 - 32	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0
36 - 37	-25.0	-10.3	0.0	0.0	-25.0	-10.4	0.0	0.0	-25.0	-10.3	0.0	0.0	-25.0	-10.3	0.0	0.0
37 - 36	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0
38 - 44	81.4	35.4	0.0	1.2	82.0	32.9	0.7	3.4	81.5	31.4	0.2	0.0	73.6	43.6	7.5	7.2
38 - 58	81.4	35.4	0.0	1.2	82.1	32.9	0.7	3.4	81.5	35.4	0.2	0.0	73.0	43.6	7.5	7.2
38 - 60	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	-30.5	-14.4	0.0	0.0
40 - 15	40.5	2.5	0.0	0.1	40.5	-3.5	0.0	0.9	40.4	2.6	0.0	0.0	-40.5	2.2	0.0	0.2
40 - 21	40.5	5.9	0.0	3.2	40.5	3.5	0.1	2.4	40.4	2.7	0.1	3.2	40.5	2.8	0.1	3.0
41 - 22	-25.0	-12.4	0.0	0.0	-25.3	-12.4	0.0	0.0	-25.3	-12.4	0.0	0.0	-25.3	-12.4	0.0	0.0
42 - 27	25.0	9.0	0.0	0.7	25.1	8.7	0.0	0.3	25.1	8.8	0.0	0.2	25.1	9.7	0.0	0.1
42 - 32	25.0	9.0	0.0	0.7	25.1	8.7	0.0	0.3	25.1	8.2	0.0	0.2	-25.1	9.7	0.0	0.1
43 - 17	11.0	8.2	0.0	0.0	11.0	8.2	0.0	0.0	11.0	8.2	0.0	0.0	-11.0	8.2	0.0	0.0
44 - 22	-1.3	-13.7	0.0	1.3	-2.0	-9.7	0.7	4.1	-1.5	-13.6	0.2	0.1	-73.6	21.0	7.5	7.0
44 - 37	1.3	35.7	0.0	1.2	82.0	32.4	0.7	3.4	81.5	35.8	0.2	0.0	73.6	42.1	7.5	7.2
44 - 45	0.0	-22.0	0.0	0.0	0.0	-22.6	0.0	0.6	0.0	-22.1	0.0	0.0	0.0	-21.2	0.0	0.0
45 - 44	0.0	22.3	0.0	0.0	0.0	22.9	0.0	0.6	0.0	22.4	0.0	0.1	0.0	21.5	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(4)

BARRA	X - Y	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.			
		MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	Δ MW	MVAR	Δ MW	MVAR	Δ MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MVAR	ERROR
46	- 10	26.1	15.0	0.0	26.1	15.9	0.0	0.0	0.0	25.1	15.0	0.0	0.0	26.1	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
46	- 33	- 55.0	- 0.5	0.0	- 55.0	- 9.2	0.0	0.3	0.0	- 55.0	- 9.4	0.0	0.0	- 55.9	- 9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
46	- 47	19.8	0.7	0.0	19.8	0.5	0.0	0.1	0.0	19.8	0.7	0.0	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
46	- 48	9.1	4.0	0.0	9.1	4.2	0.0	0.0	0.0	9.1	4.2	0.0	0.0	9.1	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
47	- 24	13.9	10.5	0.0	13.9	10.5	0.0	0.0	0.0	13.9	10.5	0.0	0.0	13.9	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
47	- 46	- 13.9	0.4	0.0	- 13.9	0.5	0.0	0.1	0.0	- 13.9	0.4	0.0	0.0	- 13.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
47	- 21	9.0	5.1	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
48	- 46	- 9.0	- 5.1	0.0	- 9.0	- 5.1	0.0	0.0	0.0	- 9.0	- 5.1	0.0	0.0	- 9.0	- 5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	- 6	- 30.5	1.4	0.0	- 30.5	1.4	0.0	0.0	0.0	- 30.5	1.4	0.0	0.0	- 30.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	- 39	30.5	14.2	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	- 53	0.0	- 15.7	0.0	0.0	- 15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	- 15.7	0.0	0.0	0.0	- 15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
50	- 13	- 223.4	- 24.1	0.5	- 224.1	- 23.5	0.6	0.5	0.5	- 223.9	- 23.7	0.5	0.3	- 219.3	- 27.6	4.1	2.7	3.8	3.5	
50	- 14	223.4	53.7	0.5	224.1	53.3	0.7	0.2	0.2	224.0	53.3	0.5	0.2	219.3	27.4	4.1	2.7	3.8	3.5	
50	- 52	0.0	- 29.4	0.0	0.0	- 29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	- 29.4	0.0	0.0	0.0	- 29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
51	- 11	- 244.0	- 34.6	2.3	- 247.4	- 24.2	2.3	0.1	0.6	- 245.4	- 34.1	0.6	1.1	- 240.5	- 35.0	4.3	0.5	0.5	0.5	
51	- 12	244.0	73.9	0.7	247.5	70.7	0.7	0.2	0.6	245.4	73.5	0.5	0.2	240.6	30.2	4.3	1.2	1.2	1.2	
51	- 54	0.0	- 44.4	0.0	0.0	- 44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	- 44.4	0.0	0.3	0.0	- 45.1	0.0	0.4	0.6	0.6	
52	- 50	0.0	31.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.1	0.0	0.3	0.0	31.4	0.0	0.4	0.4	0.4	
53	- 40	0.0	16.7	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	0.1	0.0	16.9	0.0	0.2	0.2	0.2	
54	- 51	0.0	47.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7	0.0	0.3	0.0	47.4	0.0	0.7	0.7	0.7	
55	- 5	- 20.0	- 0.1	0.0	- 20.0	- 1.0	0.0	0.3	0.0	- 20.0	- 0.1	0.0	2.4	- 20.0	- 2.4	0.0	3.1	3.1	3.1	
55	- 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
55	- 11	- 203.4	- 7.5	0.5	- 204.1	- 6.3	0.7	0.3	0.7	- 204.0	- 6.3	0.5	3.9	- 203.3	- 6.6	4.1	1.1	1.1	1.1	
55	- 17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
56	- 39	- 81.3	- 31.3	0.0	- 81.4	- 35.0	0.0	0.2	0.7	- 81.5	- 35.3	0.2	3.4	- 73.6	- 43.5	7.6	0.0	0.0	0.0	
57	- 34	- 55.0	- 15.9	0.0	- 55.0	- 16.1	0.0	0.1	0.6	- 55.0	- 13.7	0.2	6.3	- 52.8	- 23.8	2.9	2.2	2.2	2.9	

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. CONTINGENCIA (5)	BARRA	X - Y	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I. ERROR	
			MVAR		MVAR		MVAR		MVAR		MVAR		MVAR		MVAR		MVAR		
			MW	Δ MW	Δ MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR	MW	Δ MW	Δ MVAR		ERROR
1	- 2	445.4	122.6	0.7	1.0	445.0	119.5	0.6	3.3	445.9	122.2	0.5	0.6	430.0	110.9	15.4	17.9		
2	- 1	-445.4	- 89.7	0.7	0.9	-445.0	- 85.5	0.6	3.2	-445.9	- 89.1	0.5	0.6	-430.0	- 79.3	15.3	9.4		
2	- 3	405.7	75.5	0.7	0.9	406.3	72.3	0.6	3.2	406.2	74.8	0.5	0.6	390.3	66.1	15.3	9.3		
2	- 4	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0		
2	- 4	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0		
3	- 2	-405.7	- 59.6	0.7	0.9	-405.3	- 55.4	0.6	3.2	-405.2	- 57.9	0.5	0.7	-390.3	- 50.7	15.3	7.9		
3	- 6	202.6	20.3	0.3	0.4	203.1	27.7	0.3	1.6	203.1	28.9	0.2	0.3	195.1	25.3	7.7	3.9		
3	- 7	202.6	20.3	0.3	0.4	203.1	27.7	0.3	1.6	203.1	28.9	0.2	0.3	195.1	25.3	7.6	3.9		
4	- 2	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0		
4	- 2	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0	- 19.6	- 10.3	0.0	0.0		
4	- 20	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0		
5	- 55	20.0	0.3	0.0	0.4	20.0	1.7	0.0	1.3	20.0	0.1	0.0	0.2	20.0	2.1	0.0	1.1		
6	- 3	-197.7	6.3	0.3	0.1	-197.0	4.9	0.3	1.4	-197.0	5.9	0.2	0.4	-199.5	6.7	7.1	0.4		
6	- 3	-197.7	6.3	0.3	0.1	-197.0	4.9	0.3	1.4	-197.0	5.9	0.2	0.4	-189.5	6.7	7.1	0.4		
6	- 11	181.4	6.7	0.3	0.1	181.8	5.2	0.3	1.3	181.7	6.2	0.2	0.4	174.3	7.1	7.1	0.5		
6	- 11	181.4	6.7	0.3	0.1	181.8	5.2	0.3	1.3	181.7	6.2	0.2	0.4	174.3	7.1	7.1	0.5		
6	- 49	30.5	0.5	0.0	0.0	30.5	0.6	0.0	0.1	30.5	0.5	0.0	0.0	30.5	0.7	0.0	0.2		
7	- 55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
8	- 16	70.0	35.3	0.0	0.7	70.0	32.1	0.0	3.4	70.0	34.8	0.0	0.7	70.0	31.2	0.0	4.3		
9	- 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
10	- 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
11	- 6	-170.8	0.0	0.3	0.0	-180.1	0.3	0.3	0.6	-180.1	0.5	0.2	0.4	-172.8	2.1	7.0	1.9		
11	- 6	-170.8	0.0	0.3	0.0	-180.1	0.3	0.3	0.6	-180.1	0.5	0.2	0.4	-172.8	2.8	7.0	1.9		
11	- 14	57.4	26.4	0.0	0.1	57.3	27.3	0.0	0.9	57.4	26.8	0.0	0.4	51.9	24.7	5.4	1.6		
11	- 14	57.4	26.4	0.0	0.1	57.3	27.3	0.0	0.9	57.4	26.0	0.0	0.4	51.9	24.7	5.4	1.6		

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(5)

BARRA	X - Y	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO				R. E. I.	
		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		Δ MW	ERROR
		MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR
11 - 51		244.7	54.7	245.4	54.0	0.7	0.2	245.5	54.1	0.7	0.6	245.3	54.7	0.5	0.0	245.6	55.1	3.1	0.3				
12 - 13		113.6	13.6	113.6	35.6	0.1	0.0	113.7	35.4	0.1	0.1	113.6	35.6	0.2	0.0	111.7	36.4	2.0	0.3				
12 - 13		113.6	13.6	113.6	35.6	0.1	0.0	113.7	35.4	0.1	0.1	113.5	35.6	0.2	0.0	111.7	36.4	2.0	0.3				
12 - 22		16.2	10.2	16.2	10.3	0.0	0.0	16.2	10.3	0.0	0.0	16.2	10.3	0.0	0.0	16.2	10.3	0.0	0.0				
12 - 51		-244.8	81.5	-245.4	81.5	0.5	0.0	-245.5	81.2	0.7	0.2	-245.4	81.5	0.5	0.0	-241.7	83.1	3.1	1.7				
13 - 12		-111.7	30.7	-112.0	30.9	0.3	0.0	-112.0	30.7	0.3	0.1	-112.0	30.9	0.2	0.0	-110.2	31.6	1.5	1.0				
13 - 12		-111.7	30.7	-112.0	30.9	0.3	0.0	-112.0	30.7	0.3	0.1	-112.0	30.9	0.2	0.0	-110.2	31.6	1.5	1.0				
13 - 50		223.4	61.7	224.0	61.7	0.7	0.0	224.1	61.4	0.7	0.2	224.0	61.7	0.5	0.0	220.4	63.7	3.0	2.0				
14 - 11		-56.9	4.4	-56.9	4.4	0.0	0.1	-56.9	5.2	0.0	0.7	-56.9	4.4	0.0	0.3	-51.4	1.6	5.3	2.2				
14 - 11		-56.9	4.4	-56.9	4.4	0.0	0.1	-56.9	5.2	0.0	0.7	-56.9	4.4	0.0	0.3	-51.4	1.6	5.3	2.2				
14 - 15		53.8	11.2	53.8	11.3	0.0	0.1	53.7	12.1	0.0	0.9	53.8	11.2	0.0	0.0	53.8	11.3	0.0	0.1				
14 - 19		29.9	10.1	29.9	10.3	0.0	0.2	29.8	11.2	0.0	1.1	29.9	10.4	0.0	0.3	24.5	7.3	5.3	2.7				
14 - 16		29.9	10.1	29.9	10.3	0.0	0.2	29.9	11.2	0.0	1.1	29.9	10.4	0.0	0.3	24.5	7.3	5.3	2.7				
15 - 14		-53.9	9.7	-53.9	9.9	0.0	0.1	-53.9	10.7	0.0	0.9	-53.8	9.7	0.0	0.0	-53.3	9.9	0.0	0.1				
15 - 40		42.0	0.7	42.0	0.7	0.0	0.1	42.0	1.6	0.0	0.9	42.0	0.7	0.0	0.0	42.0	0.9	0.0	0.1				
15 - 43		11.9	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	11.9	9.0	0.0	0.0	11.9	9.0	0.0	0.0	11.9	9.0	0.0	0.0				
16 - 7		-70.0	23.1	-70.0	23.0	0.0	0.0	-70.0	24.0	0.0	3.2	-70.0	27.4	0.0	0.7	-70.0	24.1	0.0	3.9				
16 - 9		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
16 - 10		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
16 - 50		-273.4	60.6	-274.0	60.5	0.6	0.2	-274.1	60.9	0.7	0.1	-274.0	60.6	0.5	0.0	-220.4	64.7	3.0	3.2				
17 - 55		293.4	60.6	294.0	60.4	0.6	0.4	294.1	65.0	0.7	3.0	294.0	60.2	0.5	0.7	290.4	60.4	3.0	0.5				
17 - 53		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
18 - 47		-27.1	12.7	-27.1	12.7	0.0	0.0	-27.1	12.7	0.0	0.0	-27.1	12.7	0.0	0.0	-27.1	12.7	0.0	0.0				
18 - 14		-20.7	8.4	-20.7	8.2	0.0	0.2	-20.7	7.4	0.0	0.0	-20.7	8.1	0.0	0.3	-24.4	11.6	5.3	2.1				
19 - 14		-20.7	8.4	-20.7	8.2	0.0	0.2	-20.7	7.4	0.0	0.0	-20.7	8.1	0.0	0.3	-24.4	11.6	5.3	2.1				
19 - 14		-20.7	8.4	-20.7	8.2	0.0	0.2	-20.7	7.4	0.0	0.0	-20.7	8.1	0.0	0.3	-24.4	11.6	5.3	2.1				

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. CONTINGENCIA (5)	REDUCIDO WARD AMORTIGUADO												REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I. ERROR
	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD			REDUCIDO WARD			REDUCIDO WARD			REDUCIDO			
	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	
10 - 20	-76.2	13.1	0.0	0.0	0.1	-76.2	14.9	0.0	1.7	-76.2	13.7	0.0	0.5	-76.2	13.7	0.0	0.5	0.0	
10 - 25	135.7	3.3	0.0	0.0	0.4	135.7	0.0	0.0	0.6	135.7	2.5	0.0	1.1	125.1	9.4	19.6	5.7	0.0	
20 - 19	76.2	-10.2	0.0	0.0	0.1	76.2	12.0	0.0	1.7	76.1	-10.8	0.0	0.5	76.2	-10.9	0.0	0.5	0.0	
20 - 22	-44.7	1.9	0.0	0.0	0.0	-44.7	2.8	0.0	0.8	-44.7	2.2	0.0	0.2	-44.7	2.2	0.0	0.3	0.0	
20 - 22	-44.7	1.9	0.0	0.0	0.0	-44.7	2.8	0.0	0.8	-44.7	2.2	0.0	0.2	-44.7	2.2	0.0	0.3	0.0	
21 - 40	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	
22 - 20	47.3	-4.5	0.0	0.0	0.0	47.3	-5.5	0.0	0.9	47.3	-4.9	0.0	0.2	47.3	-4.9	0.0	0.3	0.0	
22 - 20	47.3	-4.5	0.0	0.0	0.0	47.3	-5.5	0.0	0.9	47.3	-4.9	0.0	0.2	47.3	-4.9	0.0	0.3	0.0	
22 - 23	-120.0	-4.2	0.0	0.0	0.1	-120.0	-2.3	0.0	1.7	-120.0	-3.5	0.0	0.5	-120.0	-3.4	0.0	0.6	0.0	
22 - 41	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.5	0.0	0.2	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0	
23 - 22	120.0	13.0	0.0	0.0	0.1	120.0	10.9	0.0	1.9	120.0	12.3	0.0	0.5	120.0	12.2	0.0	0.6	0.0	
24 - 47	0.0	-8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.8	0.0	0.0	0.0	-8.8	0.0	0.0	0.0	-8.8	0.0	0.0	0.0	
25 - 10	-134.1	-3.5	0.0	0.0	0.3	-134.1	-0.6	0.0	3.2	-134.1	-2.9	0.0	1.0	-123.7	-11.6	10.4	7.7	0.0	
25 - 34	134.1	3.5	0.0	0.0	0.3	134.1	0.6	0.0	3.2	134.1	2.9	0.0	1.0	123.7	11.6	10.4	7.7	0.0	
27 - 40	-40.5	-0.4	0.0	0.1	2.9	-40.5	-1.3	0.1	2.0	-40.4	-0.4	0.1	2.9	-40.5	-0.7	0.1	2.9	0.0	
27 - 42	-25.1	-7.4	0.0	0.0	0.1	-25.1	-6.5	0.0	0.9	-25.1	6.5	0.0	1.0	-25.1	-6.5	0.0	1.0	0.0	
27 - 12	-18.2	-0.8	0.0	0.0	0.0	-18.2	-8.8	0.0	0.0	-18.2	-8.8	0.0	0.0	-18.2	-8.8	0.0	0.0	0.0	
20 - 4	39.2	-19.0	0.0	0.0	0.0	39.2	-19.0	0.0	0.0	39.2	-19.0	0.0	0.0	39.2	-19.0	0.0	0.0	0.0	
30 - 31	60.0	23.4	0.0	0.0	0.1	60.0	20.3	0.0	3.1	60.0	23.6	0.0	0.3	60.0	25.1	-0.0	1.4	0.0	
31 - 30	60.0	-18.4	0.0	0.0	0.1	60.0	-15.5	0.0	2.0	60.0	-17.7	0.0	0.6	60.0	-20.1	0.0	1.5	0.0	
31 - 32	4.3	3.3	0.0	0.0	0.1	4.3	6.8	0.0	2.5	4.3	2.6	0.0	0.6	4.3	4.7	0.0	1.3	0.0	
31 - 33	55.6	15.2	0.0	0.0	0.0	55.6	14.7	0.0	0.5	55.6	15.1	0.0	0.1	55.6	15.5	0.0	0.2	0.0	
32 - 31	-4.2	-9.8	0.0	0.0	0.1	-4.2	-7.5	0.0	2.3	-4.2	-9.2	0.0	0.7	-4.2	-11.1	0.0	1.2	0.0	
32 - 34	77.3	-6.0	0.0	0.1	0.9	77.3	-3.2	0.7	3.6	77.3	-6.5	0.3	0.3	70.0	-12.0	7.2	5.9	0.0	
32 - 37	24.9	-10.7	0.0	0.0	0.0	24.9	-10.7	0.0	0.0	24.9	-10.7	0.0	0.0	24.9	-10.7	0.0	0.0	0.0	

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. I.	CONTINENCIA (5)	REDUCIDO WARD SIMPLE										REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I. I.			
		BASE		ERROR		MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR	ERROR	
		MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	
32 - 42	25.5	6.0	25.7	6.7	0.0	0.1	25.6	5.5	0.0	1.3	25.6	5.5	0.0	1.3	25.6	5.5	0.0	1.3	25.6	5.5	0.0	1.3	0.0	1.0
32 - 44	21.0	20.1	21.2	19.7	0.1	0.9	21.0	19.0	0.0	4.0	21.0	20.0	0.0	0.0	21.0	20.0	0.0	0.0	21.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33 - 37	55.0	-14.0	55.0	-14.0	0.0	0.0	55.0	-14.2	0.0	0.0	55.0	-14.0	0.0	0.0	55.0	-14.0	0.0	0.0	55.0	-14.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33 - 40	55.0	14.0	55.0	14.0	0.0	0.0	55.0	14.2	0.0	0.0	55.0	14.0	0.0	0.0	55.0	14.0	0.0	0.0	55.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34 - 37	-134.2	0.0	-134.2	0.4	0.0	0.0	-134.1	3.2	0.0	3.1	-134.1	0.0	0.0	0.0	-134.1	0.0	0.0	0.0	-134.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34 - 38	70.0	0.0	70.2	7.0	0.1	0.9	70.0	5.2	0.0	3.5	70.0	0.0	0.0	0.0	70.0	0.0	0.0	0.0	70.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34 - 38	0.0	-30.0	0.0	-30.0	0.0	0.0	0.0	-22.0	0.0	7.0	0.0	-22.2	0.0	0.0	0.0	-22.2	0.0	0.0	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34 - 37	55.1	21.7	55.0	20.9	0.0	0.7	55.3	14.3	0.0	7.3	55.0	18.7	0.0	0.0	55.0	18.7	0.0	0.0	53.0	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0
35 - 34	0.0	31.1	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	29.1	0.0	0.0	0.0	29.1	0.0	0.0	0.0	25.1	0.0	0.0	0.0	0.0
37 - 32	25.0	10.3	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0
37 - 37	25.0	-10.3	25.0	-10.3	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0	0.0	0.0
37 - 36	25.0	12.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38 - 34	31.0	-35.0	31.2	-34.1	0.1	0.0	31.0	-31.2	0.0	3.0	31.0	-35.3	0.0	0.0	31.0	-35.3	0.0	0.0	31.0	-35.3	0.0	0.0	0.0	0.0
38 - 35	31.0	35.0	31.2	34.1	0.1	0.0	31.0	31.2	0.0	3.0	31.0	35.3	0.0	0.0	31.0	35.3	0.0	0.0	31.0	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0
38 - 40	30.5	-14.4	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	0.0	0.0
40 - 35	40.5	-2.5	40.5	-2.6	0.0	0.1	40.5	-3.5	0.0	1.0	40.5	-2.5	0.0	0.0	40.5	-2.5	0.0	0.0	40.5	-2.7	0.0	0.0	0.0	0.0
40 - 2	40.5	5.0	40.5	2.6	0.0	0.0	40.5	3.5	0.0	2.0	40.4	2.5	0.0	0.0	40.4	2.5	0.0	0.0	40.5	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0
41 - 22	25.2	-12.4	25.2	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	0.0	0.0
42 - 27	25.1	0.0	25.1	0.0	0.0	0.1	25.1	0.0	0.0	1.0	25.1	0.8	0.0	0.0	25.1	0.8	0.0	0.0	25.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
42 - 32	25.1	0.0	25.1	0.0	0.0	0.1	25.1	0.0	0.0	1.0	25.1	0.0	0.0	0.0	25.1	0.0	0.0	0.0	25.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
43 - 15	11.0	-0.2	11.0	-0.2	0.0	0.0	11.0	-0.2	0.0	0.0	11.0	-0.2	0.0	0.0	11.0	-0.2	0.0	0.0	11.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
43 - 32	21.0	-12.5	21.2	-11.0	0.1	0.0	21.0	-11.0	0.0	0.0	21.0	-12.7	0.0	0.0	21.0	-12.7	0.0	0.0	21.0	-12.7	0.0	0.0	0.0	0.0
44 - 37	31.0	34.3	31.2	33.5	0.1	0.0	31.0	30.7	0.0	3.0	31.0	34.7	0.0	0.0	31.0	34.7	0.0	0.0	31.0	34.7	0.0	0.0	0.0	0.0
44 - 45	0.0	-21.0	0.0	-21.9	0.0	0.0	0.0	-22.6	0.0	0.7	0.0	-22.0	0.0	0.0	0.0	-22.0	0.0	0.0	0.0	-21.1	0.0	0.0	0.0	0.0
45 - 44	0.0	22.1	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	22.0	0.0	0.7	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(5)

BARRA	X - Y	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO R. E. I.						
		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		MW		MVAR		
		Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	Δ	ERROR	
46	10	26.1	16.0	26.1	0.0	0.0	16.0	26.1	0.0	0.0	16.0	26.1	0.0	0.0	16.0	26.1	0.0	0.0	16.0	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0
46	33	-55.0	-9.7	55.0	0.0	0.0	-9.7	55.0	0.0	0.0	-9.7	55.0	0.0	0.0	-9.7	55.0	0.0	0.0	-9.7	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	47	19.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	48	0.1	4.0	0.1	0.0	0.0	4.0	0.1	0.0	0.0	4.0	0.1	0.0	0.0	4.0	0.1	0.0	0.0	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
47	24	10.5	10.5	18.9	0.0	0.0	10.5	18.9	0.0	0.0	10.5	18.9	0.0	0.0	10.5	18.9	0.0	0.0	10.5	18.9	0.0	0.0	0.0	0.0
47	46	-10.0	0.3	-10.0	0.0	0.0	0.3	-10.0	0.0	0.0	0.3	-10.0	0.0	0.0	0.3	-10.0	0.0	0.0	0.3	-10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	21	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	46	0.0	-5.1	0.0	0.0	0.0	-5.1	0.0	0.0	0.0	-5.1	0.0	0.0	0.0	-5.1	0.0	0.0	0.0	-5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	6	-30.5	1.5	-30.5	0.0	0.0	1.5	-30.5	0.0	0.0	1.5	-30.5	0.0	0.0	1.5	-30.5	0.0	0.0	1.5	-30.5	0.0	0.0	0.0	0.0
48	39	30.5	14.2	30.5	0.0	0.0	14.2	30.5	0.0	0.0	14.2	30.5	0.0	0.0	14.2	30.5	0.0	0.0	14.2	30.5	0.0	0.0	0.0	0.0
48	53	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	13	-224.0	-26.2	-224.0	0.2	0.2	-26.2	-224.0	0.2	0.2	-26.2	-224.0	0.2	0.2	-26.2	-224.0	0.2	0.2	-26.2	-224.0	0.2	0.2	0.2	0.2
50	17	224.0	55.7	224.0	0.3	0.3	55.7	224.0	0.3	0.3	55.7	224.0	0.3	0.3	55.7	224.0	0.3	0.3	55.7	224.0	0.3	0.3	0.3	0.3
50	52	0.0	-29.5	0.0	0.0	0.0	-29.5	0.0	0.0	0.0	-29.5	0.0	0.0	0.0	-29.5	0.0	0.0	0.0	-29.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	11	-245.0	-36.1	-245.0	0.6	0.6	-36.1	-245.0	0.6	0.6	-36.1	-245.0	0.6	0.6	-36.1	-245.0	0.6	0.6	-36.1	-245.0	0.6	0.6	0.6	0.6
51	12	245.0	61.1	245.0	0.6	0.6	61.1	245.0	0.6	0.6	61.1	245.0	0.6	0.6	61.1	245.0	0.6	0.6	61.1	245.0	0.6	0.6	0.6	0.6
51	54	0.0	-44.3	0.0	0.0	0.0	-44.3	0.0	0.0	0.0	-44.3	0.0	0.0	0.0	-44.3	0.0	0.0	0.0	-44.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	50	0.0	31.1	0.0	0.0	0.0	31.1	0.0	0.0	0.0	31.1	0.0	0.0	0.0	31.1	0.0	0.0	0.0	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	40	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54	51	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	5	-20.0	0.4	-20.0	0.0	0.0	0.4	-20.0	0.0	0.0	0.4	-20.0	0.0	0.0	0.4	-20.0	0.0	0.0	0.4	-20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	17	-203.4	-37.1	-203.4	0.5	0.5	-37.1	-203.4	0.5	0.5	-37.1	-203.4	0.5	0.5	-37.1	-203.4	0.5	0.5	-37.1	-203.4	0.5	0.5	0.5	0.5
58	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58	38	31.0	-34.9	31.0	0.1	0.1	-34.9	31.0	0.1	0.1	-34.9	31.0	0.1	0.1	-34.9	31.0	0.1	0.1	-34.9	31.0	0.1	0.1	0.1	0.1
58	34	-56.1	-17.5	-56.1	0.0	0.0	-17.5	-56.1	0.0	0.0	-17.5	-56.1	0.0	0.0	-17.5	-56.1	0.0	0.0	-17.5	-56.1	0.0	0.0	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.	CONTINENCIA (6)	REDUCIDO WARD SIMPLE												REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.										
		BASE			ERROR			MVAR			MW			MVAR			MW			MVAR			MW			ERROR							
		MW	MVAR	ERROR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	ERROR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	ERROR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	ERROR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	ERROR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	ERROR		
1	- 2	450.7	131.0	0.7	0.4	451.2	125.0	0.4	5.0	451.2	130.4	0.5	1.4	432.5	117.3	1.2	14.4	432.5	117.3	1.2	14.4	432.5	117.3	1.2	14.4	432.5	117.3	1.2	14.4	432.5	117.3	1.2	14.4
2	- 1	-450.7	-96.0	0.7	0.3	-451.2	-91.0	0.4	4.0	-451.2	-95.2	0.5	1.4	-432.5	-85.3	1.2	11.3	-432.5	-85.3	1.2	11.3	-432.5	-85.3	1.2	11.3	-432.5	-85.3	1.2	11.3	-432.5	-85.3	1.2	11.3
3	- 3	411.0	33.3	0.7	0.3	411.7	33.7	0.4	4.0	411.7	31.9	0.5	1.0	392.7	72.1	1.2	11.2	392.7	72.1	1.2	11.2	392.7	72.1	1.2	11.2	392.7	72.1	1.2	11.2	392.7	72.1	1.2	11.2
4	- 4	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0
5	- 4	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0	19.0	6.4	0.0	0.0
6	- 2	-411.0	-85.0	0.7	0.2	-411.7	-81.1	0.4	4.7	-411.7	-84.5	0.5	1.4	-392.7	-56.3	1.2	9.5	-392.7	-56.3	1.2	9.5	-392.7	-56.3	1.2	9.5	-392.7	-56.3	1.2	9.5	-392.7	-56.3	1.2	9.5
7	- 1	205.7	32.0	0.3	0.1	205.7	30.5	0.2	2.3	205.7	32.2	0.2	0.7	196.3	26.1	0.1	4.7	196.3	26.1	0.1	4.7	196.3	26.1	0.1	4.7	196.3	26.1	0.1	4.7	196.3	26.1	0.1	4.7
8	- 1	205.7	32.0	0.3	0.1	205.7	30.5	0.2	2.3	205.7	32.2	0.2	0.7	196.3	26.1	0.1	4.7	196.3	26.1	0.1	4.7	196.3	26.1	0.1	4.7	196.3	26.1	0.1	4.7	196.3	26.1	0.1	4.7
9	- 2	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0
10	- 2	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0	- 19.0	- 10.3	0.0	0.0
11	- 20	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0	39.2	20.7	0.0	0.0
12	- 57	20.0	2.2	0.0	0.0	20.0	2.3	0.0	0.0	20.0	2.3	0.0	0.0	20.0	2.3	0.0	0.0	20.0	2.3	0.0	0.0	20.0	2.3	0.0	0.0	20.0	2.3	0.0	0.0	20.0	2.3	0.0	0.0
13	- 3	-100.7	- 7.0	0.3	0.0	-100.5	- 7.0	0.3	0.0	-100.5	- 7.0	0.2	1.0	-109.6	- 8.4	0.5	0.5	-109.6	- 8.4	0.5	0.5	-109.6	- 8.4	0.5	0.5	-109.6	- 8.4	0.5	0.5	-109.6	- 8.4	0.5	0.5
14	- 3	-100.7	- 7.0	0.3	0.0	-100.5	- 7.0	0.3	0.0	-100.5	- 7.0	0.2	1.0	-109.6	- 8.4	0.5	0.5	-109.6	- 8.4	0.5	0.5	-109.6	- 8.4	0.5	0.5	-109.6	- 8.4	0.5	0.5	-109.6	- 8.4	0.5	0.5
15	- 11	103.0	0.0	0.3	0.0	104.2	0.0	0.3	0.0	104.1	0.1	0.2	1.0	175.4	0.7	0.5	0.0	175.4	0.7	0.5	0.0	175.4	0.7	0.5	0.0	175.4	0.7	0.5	0.0	175.4	0.7	0.5	0.0
16	- 11	103.0	0.0	0.3	0.0	104.4	0.0	0.3	0.0	104.1	0.1	0.2	1.0	175.4	0.7	0.5	0.0	175.4	0.7	0.5	0.0	175.4	0.7	0.5	0.0	175.4	0.7	0.5	0.0	175.4	0.7	0.5	0.0
17	- 40	20.5	0.3	0.0	0.0	30.5	0.3	0.0	0.0	30.5	0.3	0.0	0.0	30.5	0.5	0.0	0.0	30.5	0.5	0.0	0.0	30.5	0.5	0.0	0.0	30.5	0.5	0.0	0.0	30.5	0.5	0.0	0.0
18	- 37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
19	- 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	- 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	- 6	-102.0	1.7	0.3	0.1	-102.5	1.5	0.3	0.1	-102.7	0.0	0.2	1.7	-102.6	1.0	0.3	0.6	-102.6	1.0	0.3	0.6	-102.6	1.0	0.3	0.6	-102.6	1.0	0.3	0.6	-102.6	1.0	0.3	0.6
22	- 1	-102.0	1.7	0.3	0.1	-102.5	1.5	0.3	0.1	-102.7	0.0	0.2	1.7	-102.6	1.0	0.3	0.6	-102.6	1.0	0.3	0.6	-102.6	1.0	0.3	0.6	-102.6	1.0	0.3	0.6	-102.6	1.0	0.3	0.6
23	- 14	59.7	24.3	0.0	0.1	59.7	24.4	0.0	0.1	59.7	25.0	0.0	1.3	59.7	24.0	0.0	0.5	59.7	24.0	0.0	0.5	59.7	24.0	0.0	0.5	59.7	24.0	0.0	0.5	59.7	24.0	0.0	0.5
24	- 14	59.7	24.3	0.0	0.1	59.7	24.4	0.0	0.1	59.7	25.0	0.0	1.3	59.7	24.0	0.0	0.5	59.7	24.0	0.0	0.5	59.7	24.0	0.0	0.5	59.7	24.0	0.0	0.5	59.7	24.0	0.0	0.5

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(6)

R. E. I.

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.					
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR	ERROR
11 - 51		245.4	52.0	245.4	52.1	0.5	0.1	245.5	51.2	0.6	0.6	0.0	245.4	51.0	0.5	0.1	240.2	51.7	4.1	0.3	
12 - 13		113.3	33.0	113.3	33.0	0.2	0.0	113.7	33.7	0.3	0.3	0.0	113.3	33.0	0.2	0.0	111.0	34.4	2.3	0.0	
12 - 13		113.3	33.3	113.6	33.3	0.2	0.0	113.7	33.7	0.3	0.3	0.0	113.3	33.3	0.2	0.0	111.0	34.3	2.3	0.0	
12 - 20		10.2	10.4	10.2	10.4	0.0	0.0	10.2	10.4	0.0	0.0	0.0	10.2	10.4	0.0	0.0	10.2	10.6	0.0	0.0	
12 - 51		-245.4	-70.0	-245.0	-70.0	0.4	0.0	-245.5	-77.9	0.5	0.5	0.1	-245.4	-70.0	0.5	0.0	-240.2	-79.3	4.6	1.2	
13 - 12		-111.7	-20.0	-112.0	-20.0	0.2	0.0	-112.0	-20.0	0.3	0.3	0.0	-112.0	-20.0	0.2	0.0	-109.5	-30.5	2.2	0.9	
13 - 12		-111.7	-20.0	-112.0	-20.0	0.2	0.0	-112.0	-20.0	0.3	0.3	0.0	-112.0	-20.0	0.2	0.0	-109.5	-30.0	2.2	0.9	
13 - 50		223.4	50.1	224.0	50.0	0.5	0.0	224.1	50.0	0.6	0.6	0.0	224.0	50.1	0.5	0.0	219.0	60.0	4.4	1.9	
14 - 11		- 59.1	3.1	- 59.1	3.3	0.0	0.1	- 59.0	4.1	0.0	0.0	0.9	- 59.1	3.1	0.0	0.4	- 53.2	- 0.7	5.8	2.4	
14 - 11		- 59.1	3.1	- 59.1	3.3	0.0	0.1	- 59.0	4.1	0.0	0.0	0.9	- 59.1	3.1	0.0	0.4	- 53.2	- 0.7	5.8	2.4	
14 - 15		53.9	11.7	53.8	11.7	0.0	0.0	53.8	11.3	0.0	0.0	0.4	53.8	11.6	0.0	0.1	53.8	11.5	0.0	0.2	
14 - 19		32.1	- 9.0	32.2	- 9.2	0.0	0.1	32.1	- 9.8	0.0	0.0	0.7	32.1	- 9.4	0.0	0.4	26.3	- 5.0	5.8	3.9	
14 - 19		32.1	- 9.0	32.2	- 9.2	0.0	0.1	32.1	- 9.9	0.0	0.0	0.7	32.1	- 9.4	0.0	0.4	26.3	- 5.0	5.2	3.9	
15 - 14		- 53.0	10.3	- 53.0	- 10.2	0.0	0.0	- 50.0	- 9.0	0.0	0.0	0.4	- 53.0	- 10.2	0.0	0.1	- 53.0	- 10.1	0.0	0.1	
15 - 40		42.1	1.2	42.0	1.2	0.0	0.0	42.0	0.8	0.0	0.0	0.4	42.0	1.1	0.0	0.1	42.0	1.0	0.0	0.1	
15 - 43		11.0	9.0	11.0	9.0	0.0	0.0	11.0	9.0	0.0	0.0	0.0	11.0	9.0	0.0	0.0	11.0	9.0	0.0	0.0	
15 - 0		- 70.0	- 31.0	- 70.0	- 31.3	0.0	0.1	- 70.0	- 25.1	0.0	0.0	4.4	- 70.0	- 29.7	0.0	1.3	- 70.0	- 25.5	0.0	5.1	
15 - 0		- 0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	
15 - 10		- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	
16 - 50		- 223.4	- 50.0	- 224.0	- 50.0	0.5	0.2	- 224.1	- 57.9	0.6	0.6	0.4	- 224.0	- 55.9	0.5	0.1	- 219.0	- 60.7	4.6	3.0	
16 - 55		203.7	00.0	204.0	07.5	0.5	0.1	204.1	00.0	0.7	0.7	4.0	204.0	00.7	0.5	1.2	200.0	00.0	4.4	1.4	
17 - 55		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	- 0.0	- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18 - 40		- 20.1	- 12.7	- 20.1	- 12.7	0.0	0.0	- 20.1	- 12.7	0.0	0.0	0.0	- 20.1	- 12.7	0.0	0.0	- 20.1	- 12.7	0.0	0.0	
19 - 14		- 32.0	- 0.9	- 32.0	- 0.8	0.0	0.1	- 32.0	- 0.5	0.0	0.0	0.4	- 32.0	- 0.6	0.0	0.3	- 26.2	- 13.3	5.8	4.4	
19 - 14		- 32.0	- 0.9	- 32.0	- 0.8	0.0	0.1	- 32.0	- 0.5	0.0	0.0	0.4	- 32.0	- 0.6	0.0	0.3	- 26.2	- 13.3	5.8	4.4	

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(6)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.	
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR		ERROR
10	27	-70.0	33.7	-70.0	33.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	28	-67.5	-7.0	-67.5	0.1	0.0	0.1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	29	-67.5	-7.0	-67.5	0.1	0.0	0.1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	10	-70.0	-30.7	-70.0	-30.7	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	22	-64.1	24.3	-64.1	24.3	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	22	0.0	-4.4	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	20	64.7	-2.4	64.7	-2.5	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	41	25.3	13.3	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	22	120.0	10.7	120.0	10.7	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	47	-18.0	-8.8	-18.0	-8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	10	-67.0	-2.3	-67.0	-2.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	10	-67.0	-2.3	-67.0	-2.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	34	124.1	4.0	134.2	4.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	40	-40.5	-0.6	-40.4	-0.6	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
27	42	-25.1	-7.9	-25.0	-7.7	0.0	0.1	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	12	-18.2	-8.8	-18.2	-8.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	4	-39.2	-10.0	-39.2	-10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	31	60.0	23.2	60.0	23.1	0.0	0.1	0.0	2.8	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
31	30	-60.0	-18.4	-60.0	-18.3	0.0	0.1	0.0	2.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
31	32	4.3	3.1	4.3	3.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
31	33	55.0	15.2	55.0	15.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
27	37	-4.0	-9.7	-4.3	-9.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	34	-77.0	-6.0	-77.4	-6.0	0.3	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	
32	35	-24.0	-10.7	-24.0	-10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(6)

R. E. I. I.

REDUCIDO

EXTENDIDO

REDUCIDO

WARD

REDUCIDO

WARD

REDUCIDO

WARD

REDUCIDO

WARD

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO WARD			R. E. I. I.		
		MW	MVAR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	ERROR
32	42	25.5	7.2	25.5	7.0	0.0	0.2	25.4	6.3	0.0	0.0	25.4	5.6	0.0	1.5	25.5	6.9	0.0
32	44	50.0	19.2	51.1	19.3	0.3	0.1	51.0	15.3	1.0	3.9	51.4	21.3	0.6	2.0	73.0	27.9	7.7
33	31	55.0	-14.6	55.0	-14.7	0.0	0.0	55.0	-14.2	0.0	0.4	55.0	-14.5	0.0	0.1	55.1	-14.9	0.0
33	46	55.0	14.6	55.0	14.6	0.0	0.0	55.0	14.2	0.0	0.4	55.0	14.5	0.0	0.1	55.1	14.9	0.0
34	25	-134.1	-0.6	-134.2	-0.3	0.0	0.3	-134.1	1.0	0.0	0.3	-134.1	0.2	0.0	0.4	-122.6	-10.9	11.5
34	32	77.8	8.0	78.1	8.0	0.3	0.0	78.8	5.2	0.9	2.8	78.4	9.1	0.5	1.0	69.9	14.5	7.9
34	35	0.0	-30.4	0.0	-30.0	0.0	0.3	0.0	-23.1	0.0	7.2	0.0	-27.6	0.0	2.7	0.0	-33.0	0.0
34	57	56.3	23.0	56.0	22.4	0.2	0.5	55.3	16.0	1.0	6.1	55.7	18.3	0.5	4.6	52.7	30.2	3.6
35	34	0.0	31.4	0.0	31.1	0.0	0.3	0.0	23.7	0.0	7.7	0.0	28.4	0.0	2.9	0.0	35.1	0.0
35	32	25.0	19.3	25.0	19.3	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	10.3	0.0
36	37	25.0	10.3	25.0	10.3	0.0	0.0	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0	0.0	25.0	-10.3	0.0
37	37	25.0	12.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0
38	44	50.0	-33.0	51.1	-33.0	0.3	0.0	51.0	-30.7	1.0	3.2	51.4	-35.7	0.6	1.9	73.0	-42.4	7.7
38	57	50.0	33.0	51.1	33.0	0.3	0.0	51.0	30.6	1.0	3.2	51.4	35.7	0.6	1.0	73.0	42.4	7.7
39	40	30.5	-14.4	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0	0.0	30.5	-14.4	0.0
40	17	40.5	-2.7	40.4	-2.7	0.0	0.0	40.5	-2.7	0.0	0.2	40.4	-2.7	0.0	0.0	40.4	-2.7	0.0
40	27	40.5	2.8	40.4	2.8	0.0	0.0	40.3	4.9	0.1	2.1	40.4	2.8	0.0	0.0	40.4	2.7	0.0
41	22	25.3	-12.4	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0
42	27	25.1	10.3	25.0	10.2	0.0	0.1	25.1	0.7	0.0	0.6	25.1	0.7	0.0	1.4	25.1	10.0	0.0
42	32	25.1	-10.3	25.1	-10.1	0.0	0.2	25.1	-9.7	0.0	0.7	25.1	-9.7	0.0	1.4	25.1	-10.0	0.0
43	17	11.0	-0.2	11.0	-0.2	0.0	0.0	11.0	-0.2	0.0	0.0	11.0	-0.2	0.0	0.0	11.0	-0.2	0.0
44	32	0.0	-11.2	0.0	-11.3	0.3	0.0	0.0	7.4	1.0	3.8	0.0	-13.1	0.7	1.0	0.0	-20.7	0.0
44	37	50.0	33.2	51.1	33.3	0.3	0.0	51.0	30.0	1.0	3.2	51.4	35.1	0.6	1.9	73.0	41.0	7.7
44	45	0.0	-21.9	0.0	-21.9	0.0	0.0	0.0	-22.6	0.0	0.6	0.0	-22.0	0.0	0.0	0.0	-21.1	0.0
45	44	0.0	22.2	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	22.9	0.0	0.6	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	21.4	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA

(6)

R. E. I.

BARRA	X - Y	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO						
		MW	MVAR	Δ MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR
45	16	25.1	16.0	0.0	16.0	0.0	0.0	25.1	16.0	0.0	0.0	25.1	16.0	0.0	0.0	25.1	16.0	0.0	0.0	0.0
45	23	-55.0	-9.3	0.0	-9.3	0.0	0.0	-55.0	-9.3	0.0	0.0	-55.0	-9.3	0.0	0.0	-55.0	-9.3	0.0	0.0	0.0
45	47	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0
46	46	9.1	4.9	0.0	4.9	0.0	0.0	9.1	4.9	0.0	0.0	9.1	4.9	0.0	0.0	9.1	4.9	0.0	0.0	0.0
47	24	18.9	10.5	0.0	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	18.9	10.5	0.0	0.0	0.0
47	47	-18.9	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	-18.9	0.4	0.0	0.0	-18.9	0.3	0.0	0.0	-18.9	0.2	0.0	0.0	0.0
48	21	9.0	5.1	0.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	9.0	5.1	0.0	0.0	0.0
48	46	-9.0	-5.1	0.0	-5.1	0.0	0.0	-9.0	-5.1	0.0	0.0	-9.0	-5.1	0.0	0.0	-9.0	-5.1	0.0	0.0	0.0
49	6	-30.5	1.3	0.0	-1.3	0.0	0.0	-30.5	1.5	0.0	0.0	-30.5	1.4	0.0	0.0	-30.5	1.5	0.0	0.0	0.0
49	39	30.5	14.2	0.0	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	0.0
49	53	-0.0	-15.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	-0.0	-15.0	0.0	0.0	-0.0	-15.7	0.0	0.0	-0.0	-15.9	0.0	0.0	0.0
50	13	-224.0	-22.0	0.5	-22.4	0.5	0.2	-224.1	-22.0	0.6	0.6	-224.0	-22.0	0.5	0.0	-219.0	-26.3	4.4	3.0	0.0
50	16	224.0	52.0	0.5	51.0	0.5	0.2	224.1	52.5	0.5	0.5	224.0	52.1	0.5	0.0	219.0	56.1	4.1	3.1	0.0
50	52	-0.0	-20.4	0.0	-20.4	0.0	0.0	-0.0	-20.7	0.0	0.0	-0.0	-20.5	0.0	0.0	-0.0	-20.0	0.0	0.0	0.0
51	11	-245.0	-33.2	0.5	-33.2	0.5	0.0	-245.5	-32.5	0.6	0.6	-245.4	-33.1	0.5	0.0	-240.2	-33.7	4.5	0.5	0.0
51	12	245.0	77.5	0.5	77.5	0.5	0.0	245.5	77.3	0.5	0.5	245.4	77.5	0.5	0.0	240.2	78.0	4.5	1.2	0.0
51	54	-0.0	-44.2	0.0	-44.2	0.0	0.0	-0.0	-44.7	0.0	0.0	-0.0	-44.3	0.0	0.0	-0.0	-44.9	0.0	0.0	0.0
52	50	0.0	30.9	0.0	30.9	0.0	0.0	0.0	31.3	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	-0.0	31.3	0.0	0.0	0.0
53	49	0.0	16.5	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	0.0	-0.0	16.0	0.0	0.0	0.0
54	51	0.0	45.4	0.0	45.4	0.0	0.0	0.0	45.9	0.0	0.0	0.0	45.8	0.0	0.0	-0.0	47.2	0.0	0.0	0.0
55	5	-20.0	-1.4	0.0	-1.4	0.0	0.0	-20.0	-1.4	0.0	0.0	-20.0	-0.4	0.0	0.0	-20.0	-1.0	0.0	0.0	0.0
55	7	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	15	-204.0	-57.1	0.5	-57.1	0.5	0.1	-204.1	-57.1	0.7	0.7	-204.0	-55.0	0.5	0.0	-200.0	-55.7	4.4	1.3	0.0
55	17	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
56	30	-30.0	-33.7	0.3	-33.0	0.3	0.0	-31.9	-30.5	1.0	0.6	-31.4	-34.1	0.6	0.0	-73.0	-42.4	7.7	0.1	0.0
57	34	-55.3	-13.3	0.2	-13.2	0.2	0.5	-55.3	-13.3	1.0	0.5	-55.7	-14.4	0.5	0.0	-52.7	-27.0	3.1	1.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(7)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO R. E. I.					
		MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR
1	2	445.7	123.1	0.7	0.3	445.9	120.9	0.2	2.1	445.7	123.3	0.7	0.2	426.4	109.9	10.3	13.3	
2	1	-445.7	-123.1	0.7	0.2	-445.5	-25.0	0.0	2.2	-445.5	-19.2	0.7	0.1	-426.4	-78.0	10.3	10.3	
2	3	405.1	59.1	0.0	0.2	405.1	55.7	0.0	3.2	405.1	59.1	0.7	0.1	286.0	58.0	10.3	10.3	
2	4	40.1	20.1	0.0	0.0	40.2	20.1	0.0	0.0	40.2	20.1	0.0	0.0	40.3	20.1	0.0	0.0	
3	2	-405.1	-59.1	0.0	0.1	-405.1	-50.0	0.0	2.2	-405.1	-52.3	0.7	0.0	-350.0	-43.0	10.3	0.0	
3	4	202.1	25.1	0.3	0.0	202.3	25.0	0.4	1.1	202.5	26.1	0.3	0.0	193.0	21.0	9.1	4.1	
3	5	202.1	25.1	0.3	0.0	202.3	25.0	0.4	1.1	202.5	26.1	0.3	0.0	193.0	21.0	9.1	4.1	
4	2	-40.1	-20.1	0.0	0.0	-39.2	-20.3	0.0	0.0	-39.2	-20.3	0.0	0.0	-39.2	-20.3	0.0	0.0	
4	20	39.2	20.0	0.0	0.0	39.2	20.0	0.0	0.0	39.2	20.0	0.0	0.0	39.2	20.0	0.0	0.0	
5	55	20.0	-1.1	0.0	0.4	20.0	-2.5	0.0	1.4	20.0	-1.2	0.0	0.1	20.0	-4.3	0.0	3.3	
5	3	-106.1	-3.0	0.3	0.1	-106.5	-2.9	0.4	1.0	-106.5	-3.2	0.3	0.1	-187.5	-4.0	0.5	0.0	
5	3	-106.1	-3.0	0.3	0.1	-106.5	-2.0	0.4	1.0	-106.5	-3.2	0.3	0.1	-187.5	-4.0	0.5	0.0	
5	11	100.0	4.3	0.3	0.3	101.3	3.2	0.4	1.0	101.2	4.1	0.3	0.1	172.3	5.2	8.5	0.0	
5	11	100.0	4.3	0.3	0.3	101.3	3.2	0.4	1.0	101.3	4.1	0.3	0.1	172.3	5.2	8.5	0.0	
5	40	30.5	-0.6	0.0	0.0	30.5	-0.7	0.0	0.0	30.5	-0.5	0.0	0.0	30.5	-0.2	0.0	0.0	
7	55	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	
9	16	70.0	33.0	0.0	0.7	70.0	30.5	0.0	2.4	70.0	32.0	0.0	0.1	70.0	28.3	0.0	4.0	
9	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	7	-179.2	1.0	0.3	0.1	-179.0	2.0	0.4	1.0	-179.0	1.2	0.3	0.2	-170.0	-1.4	0.4	0.0	
11	7	-179.2	1.0	0.3	0.1	-179.0	2.0	0.4	1.0	-179.0	1.2	0.3	0.2	-170.0	-1.4	0.4	0.0	
11	14	56.0	-20.7	0.0	0.0	56.0	-30.2	0.0	0.7	56.0	-29.7	0.0	0.2	50.0	-26.0	0.0	2.0	
11	14	56.0	-20.7	0.0	0.0	56.0	-30.2	0.0	0.7	56.0	-29.7	0.0	0.2	50.0	-26.0	0.0	2.0	
11	51	244.7	56.0	0.7	0.0	245.5	56.5	0.7	0.4	245.4	56.0	0.6	0.0	239.0	56.7	4.0	0.0	
12	13	113.0	36.0	0.3	0.4	113.7	36.0	0.3	0.1	113.0	36.0	0.3	0.0	110.0	37.3	2.4	0.0	
12	13	113.0	36.0	0.3	0.4	113.7	36.0	0.3	0.1	113.0	36.0	0.3	0.0	110.0	37.3	2.4	0.0	

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. CONTINGENCIA (7)

SARRA X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD			EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.										
	MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	MVAR	Δ MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	MVAR	ERROR	Δ MW	MVAR	ERROR	Δ MW	MVAR	ERROR	
																												ERROR
12 - 20	11.2	10.3	11.2	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	10.3	0.0	0.0	11.2	10.3	0.0	0.0	11.2	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 - 51	-244.7	-64.2	-245.7	-65.1	0.7	0.0	0.7	0.2	-245.4	-64.0	0.7	0.2	-245.4	-64.0	0.7	0.2	-245.4	-64.0	0.7	0.2	0.5	0.1	-240.0	-65.5	4.0	1.0	0.0	0.0
13 - 12	-111.7	-32.2	-112.0	-32.5	0.3	0.3	0.3	0.1	-112.0	-32.1	0.3	0.1	-112.0	-32.1	0.3	0.1	-112.0	-32.1	0.3	0.1	0.3	0.0	-100.3	-32.2	2.3	0.0	0.0	0.0
13 - 13	-111.7	-32.2	-112.0	-32.0	0.3	0.3	0.3	0.1	-112.0	-32.1	0.3	0.1	-112.0	-32.1	0.3	0.1	-112.0	-32.1	0.3	0.1	0.3	0.0	-100.3	-32.2	2.3	0.0	0.0	0.0
13 - 50	223.3	60.5	224.0	65.2	0.6	0.7	0.2	0.6	224.1	64.3	0.7	0.2	224.0	64.3	0.6	0.2	224.0	64.3	0.6	0.2	0.6	0.1	210.7	64.4	4.1	1.0	0.0	0.0
14 - 11	-51.7	7.1	-56.3	7.8	0.0	0.6	0.6	0.6	-56.3	7.7	0.0	0.6	-56.3	7.7	0.0	0.6	-56.3	7.7	0.0	0.6	0.0	0.1	-50.4	3.3	5.8	3.0	0.0	0.0
14 - 11	-51.7	7.1	-56.3	7.8	0.0	0.6	0.6	0.6	-56.3	7.7	0.0	0.6	-56.3	7.7	0.0	0.6	-56.3	7.7	0.0	0.6	0.0	0.1	-50.4	3.3	5.8	3.0	0.0	0.0
14 - 15	53.0	10.7	53.0	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	53.0	11.0	0.0	0.0	53.0	11.0	0.0	0.0	53.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.8	12.0	0.0	1.0	0.0	0.0
14 - 19	20.4	-12.5	20.4	-13.7	0.0	1.1	1.1	1.1	20.4	-13.7	0.0	1.1	20.4	-13.7	0.0	1.1	20.4	-13.7	0.0	1.1	0.0	0.0	23.5	-9.3	5.0	3.0	0.0	0.0
14 - 19	20.4	-12.5	20.4	-13.7	0.0	1.1	1.1	1.1	20.4	-13.7	0.0	1.1	20.4	-13.7	0.0	1.1	20.4	-13.7	0.0	1.1	0.0	0.0	23.5	-9.3	5.0	3.0	0.0	0.0
15 - 11	-53.0	-9.3	-53.0	-10.3	0.0	0.9	0.9	0.9	-53.0	-10.2	0.0	0.9	-53.0	-10.2	0.0	0.9	-53.0	-10.2	0.0	0.9	0.0	0.0	-53.8	-10.1	0.0	1.0	0.0	0.0
15 - 19	42.0	0.3	42.0	1.2	0.0	0.9	0.9	0.9	42.0	1.4	0.0	0.9	42.0	1.4	0.0	0.9	42.0	1.4	0.0	0.9	0.0	0.0	42.0	1.6	0.0	1.0	0.0	0.0
15 - 42	11.0	0.0	11.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	9.0	0.0	0.0	11.0	9.0	0.0	0.0	11.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 - 0	-70.0	-25.0	-70.0	-25.5	0.0	0.6	0.6	0.6	-70.0	-23.5	0.0	2.2	-70.0	-23.5	0.0	2.2	-70.0	-23.5	0.0	2.2	0.0	0.0	-70.0	-21.5	0.0	4.0	0.0	0.0
16 - 0	-70.0	-25.0	-70.0	-25.5	0.0	0.6	0.6	0.6	-70.0	-23.5	0.0	2.2	-70.0	-23.5	0.0	2.2	-70.0	-23.5	0.0	2.2	0.0	0.0	-70.0	-21.5	0.0	4.0	0.0	0.0
16 - 10	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 - 50	-223.4	-3.0	-226.0	-64.3	0.6	0.4	0.4	0.4	-224.1	-63.9	0.7	0.0	-224.0	-63.3	0.0	0.7	-224.0	-63.3	0.0	0.7	0.0	0.0	-210.7	-67.6	4.6	0.0	0.0	0.0
16 - 55	203.3	60.7	204.0	90.0	0.6	1.1	1.1	1.1	204.1	87.4	0.7	2.3	204.0	89.3	0.6	2.3	204.0	89.3	0.6	2.3	0.0	0.0	200.7	89.0	4.6	0.0	0.0	0.0
17 - 57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 - 47	-20.1	-12.7	-20.1	-12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.1	-12.7	0.0	0.0	-20.1	-12.7	0.0	0.0	-20.1	-12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.1	-12.7	0.0	0.0	0.0	0.0
19 - 14	-20.3	-5.4	-20.3	-5.3	0.0	1.1	1.1	1.1	-20.3	-5.6	0.0	1.4	-20.3	-5.0	0.0	1.4	-20.3	-5.0	0.0	1.4	0.0	0.0	-20.4	-5.0	5.0	3.0	0.0	0.0
19 - 14	-20.3	-5.4	-20.3	-5.3	0.0	1.1	1.1	1.1	-20.3	-5.4	0.0	1.4	-20.3	-5.0	0.0	1.4	-20.3	-5.0	0.0	1.4	0.0	0.0	-20.4	-5.0	5.0	3.0	0.0	0.0
19 - 20	-70.0	16.7	-70.0	17.3	0.0	0.5	0.5	0.5	-70.0	16.2	0.0	1.3	-70.0	17.0	0.0	1.3	-70.0	17.0	0.0	1.3	0.0	0.0	-70.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19 - 25	67.4	-1.0	67.4	-3.3	0.0	1.4	1.4	1.4	67.4	-3.6	0.0	1.7	67.4	-2.1	0.0	1.7	67.4	-2.1	0.0	1.7	0.0	0.0	61.5	1.5	5.0	0.0	0.0	0.0
19 - 25	67.4	-1.0	67.4	-3.3	0.0	1.4	1.4	1.4	67.4	-3.6	0.0	1.7	67.4	-2.1	0.0	1.7	67.4	-2.1	0.0	1.7	0.0	0.0	61.5	1.5	5.0	0.0	0.0	0.0
19 - 25	67.4	-1.0	67.4	-3.3	0.0	1.4	1.4	1.4	67.4	-3.6	0.0	1.7	67.4	-2.1	0.0	1.7	67.4	-2.1	0.0	1.7	0.0	0.0	61.5	1.5	5.0	0.0	0.0	0.0

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I. CONTINGENCIA (7)	REDUCIDO WARD SIMPLE										REDUCIDO WARD AMORTIGUADO										REDUCIDO WARD EXTENDIDO										REDUCIDO										R. E. I.	
	BASE					ERROR					MVAR					MW					MVAR					MW					MVAR					MW					ERROR	
	MW	KVAR	MVAR	Δ MW	Δ KVAR	MVAR	Δ MW	Δ KVAR	MW	MVAR	MW	KVAR	MVAR	Δ MW	Δ KVAR	MW	MVAR	MVAR	Δ MW	Δ KVAR	MW	MVAR	MVAR	Δ MW	Δ KVAR	MW	MVAR	MVAR	Δ MW	Δ KVAR	MW	MVAR	MVAR	Δ MW	Δ KVAR	Δ MW	Δ KVAR					
20 - 19	75.2	-13.0	-14.2	0.0	0.0	75.3	-15.1	0.0	1.3	76.2	-14.1	0.0	0.0	0.2	75.2	-14.1	0.0	0.0	0.0	75.2	-14.1	0.0	0.0	0.0	75.2	-14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
20 - 22	-44.7	3.7	4.0	0.0	0.3	-44.7	4.4	0.0	0.7	-44.7	3.7	0.0	0.0	0.1	-44.7	3.7	0.0	0.0	0.0	-44.7	3.7	0.0	0.0	0.0	-44.7	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
20 - 22	-44.7	3.7	4.0	0.0	0.3	-44.7	4.4	0.0	0.5	-44.7	3.8	0.0	0.0	0.1	-44.7	3.9	0.0	0.0	0.0	-44.7	3.9	0.0	0.0	0.0	-44.7	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
21 - 6	0.0	-6.4	-4.4	0.0	0.0	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
22 - 20	47.3	-5.5	-6.1	0.0	0.3	47.3	-7.1	0.0	0.7	47.3	-6.1	0.0	0.0	0.1	47.3	-6.1	0.0	0.0	0.0	47.3	-6.1	0.0	0.0	0.0	47.3	-6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
22 - 20	47.3	-5.5	-6.1	0.0	0.3	47.3	-7.1	0.0	0.7	47.3	-6.1	0.0	0.0	0.1	47.3	-6.1	0.0	0.0	0.0	47.3	-6.1	0.0	0.0	0.0	47.3	-6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
22 - 23	-120.0	-0.2	0.0	0.0	0.2	-120.0	1.1	0.0	1.0	-120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
23 - 41	25.3	13.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0	25.3	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
23 - 22	120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.0	7.1	0.0	1.4	120.0	8.0	0.0	0.0	0.0	120.0	8.0	0.0	0.0	0.0	120.0	8.0	0.0	0.0	0.0	120.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
24 - 27	18.0	-0.0	-8.0	0.0	0.0	18.0	-0.0	0.0	0.0	18.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
25 - 10	-67.0	-9.0	-7.0	0.0	1.3	-67.0	-7.4	0.0	1.5	-67.0	-8.9	0.0	0.0	0.0	-67.0	-8.9	0.0	0.0	0.0	-67.0	-8.9	0.0	0.0	0.0	-67.0	-8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
25 - 10	-67.0	-9.0	-7.0	0.0	1.3	-67.0	-7.4	0.0	1.5	-67.0	-8.9	0.0	0.0	0.0	-67.0	-8.9	0.0	0.0	0.0	-67.0	-8.9	0.0	0.0	0.0	-67.0	-8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
25 - 34	134.0	10.0	15.3	0.0	2.6	134.0	14.0	0.0	3.1	134.0	16.3	0.0	0.0	0.0	134.0	16.3	0.0	0.0	0.0	134.0	16.3	0.0	0.0	0.0	134.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
26 - 40	-40.2	5.0	-1.2	0.2	4.6	-40.5	-1.3	0.0	0.3	-40.5	-1.0	0.0	0.0	0.0	-40.5	-1.0	0.0	0.0	0.0	-40.5	-1.0	0.0	0.0	0.0	-40.5	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
27 - 42	-25.1	-7.5	-5.2	0.0	2.3	-25.1	-6.7	0.0	0.8	-25.1	-6.0	0.0	0.0	0.0	-25.1	-6.0	0.0	0.0	0.0	-25.1	-6.0	0.0	0.0	0.0	-25.1	-6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
28 - 17	16.2	-0.0	-0.0	0.0	0.0	16.2	-0.0	0.0	0.0	16.2	-0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	-0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	-0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
20 - 4	30.2	-10.0	-10.0	0.0	0.0	30.2	-19.0	0.0	0.0	30.2	-19.0	0.0	0.0	0.0	30.2	-19.0	0.0	0.0	0.0	30.2	-19.0	0.0	0.0	0.0	30.2	-19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
30 - 21	50.0	10.0	10.0	0.0	1.2	50.0	17.0	0.0	2.2	50.0	19.0	0.0	0.0	0.0	50.0	19.0	0.0	0.0	0.0	50.0	19.0	0.0	0.0	0.0	50.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
31 - 30	50.0	-13.1	-13.0	0.0	1.2	50.0	-13.0	0.0	2.3	50.0	-14.3	0.0	0.0	0.0	50.0	-14.3	0.0	0.0	0.0	50.0	-14.3	0.0	0.0	0.0	50.0	-14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
31 - 30	4.3	0.4	0.0	0.0	0.4	4.3	-1.1	0.0	0.0	4.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	4.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	4.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	4.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
31 - 33	55.0	14.7	14.0	0.0	0.2	55.0	14.0	0.0	0.3	55.0	14.5	0.0	0.0	0.0	55.0	14.5	0.0	0.0	0.0	55.0	14.5	0.0	0.0	0.0	55.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
32 - 33	4.3	-7.1	-6.2	0.0	0.0	4.3	-5.0	0.0	1.6	4.3	-6.0	0.0	0.0	0.0	4.3	-6.0	0.0	0.0	0.0	4.3	-6.0	0.0	0.0	0.0	4.3	-6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
32 - 34	77.5	-11.8	-10.0	0.2	1.5	77.5	-9.3	0.0	2.6	77.5	-9.0	0.0	0.0	0.0	77.5	-9.0	0.0	0.0	0.0	77.5	-9.0	0.0	0.0	0.0	77.5	-9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
32 - 30	22.0	-10.7	-10.0	0.0	0.0	22.0	-10.0	0.0	0.0	22.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	22.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	22.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	22.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTRIBUCION
(7)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.			
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR	
																			ERROR
32	42	25.4	5.7	25.4	3.0	0.0	2.7	25.4	5.7	0.0	1.0	25.4	5.5	0.0	1.1	25.4	5.5	0.0	1.2
32	44	21.7	23.0	21.0	23.3	0.2	0.3	21.0	23.3	0.3	3.2	21.0	21.7	0.0	1.3	21.0	21.7	0.0	1.3
33	31	55.0	-14.1	55.0	-13.9	0.0	0.1	55.0	-13.9	0.0	0.3	55.0	-14.0	0.0	0.1	55.0	-14.3	0.0	0.2
33	46	55.0	14.1	55.0	13.0	0.0	0.1	55.0	13.0	0.0	0.3	55.0	14.0	0.0	0.1	55.0	14.3	0.0	0.2
34	25	-124.0	-14.1	-124.0	-11.5	0.0	2.6	-124.0	-11.1	0.0	3.0	-124.0	-12.7	0.0	1.3	-122.4	-22.7	11.5	0.5
34	32	70.0	13.0	70.0	12.2	0.1	1.3	70.0	11.1	0.0	2.7	70.0	11.9	0.0	1.9	70.0	10.9	7.0	0.0
34	35	0.0	-17.0	0.0	-14.4	0.0	3.1	0.0	-12.0	0.0	5.6	0.0	-14.1	0.0	1.5	0.0	-20.4	0.0	2.7
34	37	55.4	17.0	55.2	13.7	0.1	4.2	54.5	10.9	0.4	5.9	55.5	17.0	0.0	0.9	51.7	23.2	3.6	5.2
35	34	0.0	17.0	0.0	14.7	0.0	3.2	0.0	12.1	0.0	5.7	-0.0	14.3	0.0	1.5	0.0	20.9	0.0	2.0
37	32	25.0	10.4	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0	25.0	10.4	0.0	0.0
37	35	25.0	-10.4	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.4	0.0	0.0	25.0	-10.4	0.0	0.0
37	37	25.0	12.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0	25.0	12.0	0.0	0.0
38	44	0.0	-35.0	0.0	-30.3	0.2	0.5	0.0	-35.3	0.0	2.5	0.0	-37.0	0.0	1.0	0.0	-40.7	7.0	0.9
38	37	0.0	37.0	0.0	30.3	0.2	0.5	0.0	35.3	0.0	2.5	0.0	36.0	0.0	1.0	0.0	40.7	7.0	0.9
38	40	0.0	-14.4	0.0	-14.3	0.0	0.0	0.0	-14.4	0.0	0.0	0.0	-14.4	0.0	0.0	0.0	-14.4	0.0	0.0
40	15	40.5	-0.2	40.4	-3.2	0.0	0.0	40.5	-3.5	0.0	1.1	40.5	-3.1	0.0	0.1	40.5	-3.0	0.0	1.3
40	27	40.2	0.0	40.4	3.4	0.2	4.1	40.5	3.5	0.3	4.5	40.5	3.1	0.3	4.9	40.5	3.7	0.3	4.4
41	22	25.0	-12.6	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0	25.3	-12.4	0.0	0.0
42	27	25.0	10.0	25.1	7.4	0.0	2.5	25.1	0.1	0.0	0.0	25.1	0.0	0.0	0.0	25.1	0.0	0.0	1.2
42	32	25.0	-10.0	25.1	-7.4	0.0	2.5	25.1	-0.1	0.0	0.0	25.1	-0.0	0.0	0.0	25.1	-0.0	0.0	1.2
43	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	32	0.0	-14.0	0.0	-15.2	0.2	0.3	0.0	-11.0	0.0	3.0	0.0	-8.2	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0
44	35	0.0	14.0	0.0	15.2	0.2	0.3	0.0	11.0	0.0	3.0	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
46	40	0.0	-22.3	0.0	-22.5	0.0	0.1	0.0	-22.3	0.0	0.5	0.0	-22.5	0.0	0.3	0.0	-21.5	0.0	0.7
45	44	0.0	22.3	0.0	22.5	0.0	0.1	0.0	22.3	0.0	0.5	0.0	22.5	0.0	0.2	0.0	21.8	0.0	0.7

FLUJO DE POTENCIA

S. N. I.

CONTINGENCIA
(7)

BARRA	X - Y	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.				
		MW	MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	MW	MVAR	Δ MW	Δ MVAR	ERROR
46	36	26.1	1.0	26.1	15.9	0.0	0.0	26.1	15.9	0.0	0.0	26.1	15.9	0.0	0.0	26.1	16.0	0.0	0.0	0.0
46	33	-55.0	-0.2	-55.0	-9.1	0.0	0.1	-55.0	-9.9	0.0	0.2	-55.0	-9.1	0.0	0.0	-55.0	-9.4	0.0	0.0	0.0
46	47	10.5	0.7	10.5	0.5	0.0	0.0	10.5	0.4	0.0	0.1	10.5	0.5	0.0	0.0	10.5	0.7	0.0	0.0	0.0
46	45	0.1	4.0	0.1	4.0	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0	0.0
47	24	10.0	10.5	10.0	10.5	0.0	0.0	10.0	10.5	0.0	0.0	10.0	10.5	0.0	0.0	10.0	10.7	0.0	0.0	0.0
47	45	-10.0	0.5	-10.0	0.5	0.0	0.0	-10.0	0.7	0.0	0.1	-10.0	0.5	0.0	0.0	-10.0	0.4	0.0	0.0	0.0
46	21	0.0	5.1	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0
46	45	-0.0	-5.1	-0.0	-5.1	0.0	0.0	-0.0	-5.1	0.0	0.0	-0.0	-5.1	0.0	0.0	-0.0	-5.1	0.0	0.0	0.0
46	5	30.5	1.7	30.5	1.7	0.0	0.0	30.5	1.7	0.0	0.0	30.5	1.7	0.0	0.0	30.5	1.7	0.0	0.0	0.0
46	30	30.5	14.3	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	30.5	14.2	0.0	0.0	0.0
46	53	-0.0	-16.0	-0.0	-16.0	0.0	0.0	-0.0	-16.0	0.0	0.0	-0.0	-16.0	0.0	0.0	-0.0	-16.0	0.0	0.0	0.0
50	19	-223.4	-20.3	-224.0	-20.3	0.6	0.6	-224.1	-20.1	0.7	0.2	-224.0	-20.0	0.6	0.3	-210.7	-32.0	4.6	4.6	3.0
50	15	223.4	50.1	224.0	50.0	0.6	0.6	224.1	50.1	0.7	0.0	224.0	50.0	0.6	0.3	211.7	63.0	4.6	4.6	3.0
50	52	-0.0	-20.0	-0.0	-20.0	0.0	0.0	-0.0	-20.0	0.0	0.0	-0.0	-20.0	0.0	0.0	-0.0	-20.0	0.0	0.0	0.0
51	11	-244.7	-3.4	-245.4	-39.3	0.7	0.6	-245.5	-39.0	0.7	0.4	-245.4	-39.3	0.7	0.1	-239.2	-20.1	4.0	4.0	0.0
51	12	244.7	0.3	245.5	14.6	0.7	0.2	245.3	22.5	0.7	0.2	245.4	23.6	0.6	0.1	239.0	25.0	4.3	4.3	1.0
51	54	-0.0	-45.2	-0.0	-45.2	0.0	0.0	-0.0	-45.4	0.0	0.2	-0.0	-45.2	0.0	0.0	-0.0	-45.0	0.0	0.0	0.0
52	50	0.0	31.3	0.0	31.3	0.0	0.0	0.0	31.5	0.0	0.2	0.0	31.3	0.0	0.0	0.0	31.7	-0.0	0.0	0.0
53	40	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
54	31	0.0	47.5	0.0	47.5	0.0	0.0	0.0	47.7	0.0	0.2	0.0	47.5	0.0	0.0	0.0	47.1	0.0	0.0	0.0
55	7	-20.0	1.0	-20.0	1.5	0.0	0.4	-20.0	3.4	0.0	1.4	-20.0	2.0	0.0	0.1	-20.0	5.1	0.0	0.0	2.0
55	7	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	1	-203.4	-0.0	-204.0	-00.0	0.6	1.1	-204.1	-00.0	0.7	2.2	-204.0	-00.4	0.0	0.4	-200.7	-00.2	4.6	4.6	0.0
55	17	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	30	0.1	-37.7	0.1	-37.3	0.2	0.5	0.2	-35.2	0.4	2.5	0.1	-36.7	0.0	1.0	-73.0	-46.7	7.0	7.0	5.0
55	34	-55.4	-14.2	-55.2	-10.2	0.1	4.0	-54.0	-9.5	0.5	5.0	-55.5	-13.2	0.0	0.9	-51.0	-10.0	3.0	3.0	0.0

VOLTAJE

S. N. I. CONTINGENCIA (0)	VOLTAJE													
	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.			
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	ERROR
1	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0	0	0
2	1.03	-4.1	1.03	-4.1	1.03	-4.1	1.03	-4.1	1.03	-4.1	1.03	-4.0	0	0.1
3	1.05	-6.4	1.05	-6.4	1.05	-6.4	1.05	-6.4	1.05	-6.4	1.05	-6.1	0	0.3
4	1.00	-5.9	1.00	-5.9	1.00	-5.9	1.00	-5.9	1.00	-5.9	1.00	-5.7	0	0.2
5	1.05	-36.4	1.05	-36.5	1.05	-36.4	1.05	-36.4	1.05	-36.4	1.05	-34.6	0	0.2
6	1.00	-20.3	1.00	-20.3	1.00	-20.3	1.00	-20.3	1.00	-20.3	1.01	-19.2	0.01	1.1
7	1.00	-38.8	1.00	-38.9	1.00	-38.8	1.00	-38.8	1.00	-38.9	1.00	-37.0	0	1.8
8	1.04	-33.6	1.04	-33.7	1.04	-33.6	1.04	-33.7	1.04	-33.7	1.04	-31.8	0	0.2
9	1.00	-38.6	1.00	-38.8	1.00	-38.6	1.00	-38.6	1.00	-38.7	1.00	-36.9	0	1.7
10	1.00	-38.6	1.00	-38.8	1.00	-38.6	1.00	-38.6	1.00	-38.7	1.00	-36.9	0	1.7
11	0.99	-24.6	0.99	-24.7	0.99	-24.6	0.99	-24.6	0.99	-24.7	0.99	-23.3	0.01	1.3
12	1.03	-28.7	1.03	-28.8	1.03	-28.7	1.03	-28.7	1.03	-28.7	1.03	-27.2	0	1.5
13	1.00	-31.2	1.00	-31.3	1.00	-31.1	1.00	-31.1	1.00	-31.2	1.00	-29.6	0.01	1.6
14	1.00	-29.0	1.00	-29.1	1.01	-29.0	1.01	-29.0	1.00	-29.0	1.01	-27.2	0.01	1.8
15	1.02	-30.4	1.02	-30.5	1.03	-30.4	1.03	-30.4	1.03	-30.5	1.03	-28.6	0.01	1.8
16	1.02	-38.6	1.02	-38.8	1.03	-38.6	1.03	-38.6	1.02	-38.7	1.02	-36.9	0.01	1.7
17	1.05	-38.8	1.05	-38.9	1.05	-38.8	1.05	-38.8	1.05	-38.9	1.05	-37.0	0.01	1.8
18	0.97	-48.9	0.98	-48.9	0.98	-48.7	0.98	-48.7	0.98	-48.9	0.98	-46.2	0	2.7

VOLTAJE

S. N. I. I. CONTINGENCIA (0)	R. E. I. I.																													
	CASO BASE						REDUCIDO WARD SIMPLE						REDUCIDO WARD AMORTIGUADO						REDUCIDO WARD EXTENDIDO						REDUCIDO					
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNI.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNI.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNI.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNI.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNI.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNI.	Δ ANG.				
19	1.00	-30.5	1.00	-30.6	0	0.1	1.01	-30.5	0.01	0	1.00	-30.6	0	0.1	1.00	-30.6	0	0.1	1.00	-28.4	0	2.1	1.00	-28.4	0	2.1				
20	1.02	-28.5	1.02	-28.6	0	0.1	1.02	-28.5	0	0	1.02	-28.5	0	0	1.02	-28.5	0	0	1.02	-26.3	0	2.2	1.02	-26.3	0	2.2				
21	0.96	-48.3	0.96	-48.4	0	0.1	0.97	-48.1	0.01	0.2	0.96	-48.3	0	0	0.96	-48.3	0	0	0.96	-45.6	0	2.7	0.96	-45.6	0	2.7				
22	1.06	-18.4	1.06	-18.5	0	0.1	1.06	-18.4	0	0	1.06	-18.4	0	0	1.06	-18.4	0	0	1.06	-16.2	0	2.2	1.06	-16.2	0	2.2				
23	1.04	-14.2	1.04	-14.3	0	0.1	1.04	-14.2	0	0	1.04	-14.2	0	0	1.04	-14.2	0	0	1.04	-12.1	0	2.1	1.04	-12.1	0	2.1				
24	0.97	-53.4	0.97	-53.4	0	0	0.97	-53.2	0	0.2	0.97	-53.4	0	0	0.97	-53.4	0	0	0.97	-50.7	0	2.7	0.97	-50.7	0	2.7				
25	0.99	-33.3	1.00	-33.4	0.01	0.1	1.00	-33.3	0.01	0	1.00	-33.3	0.01	0	1.00	-33.3	0.01	0	1.00	-30.9	0	2.4	0.99	-30.9	0	2.4				
26	1.03	-39.9	1.03	-40.0	0	0.1	1.03	-39.9	0	0	1.03	-39.9	0	0	1.03	-40.0	0	0.1	1.03	-38.0	0	1.9	1.03	-38.0	0	1.9				
27	1.01	-44.8	1.00	-44.9	0.01	0.1	1.01	-44.7	0	0.1	1.01	-44.8	0	0	1.01	-44.8	0	0	1.01	-42.1	0	2.7	1.01	-42.1	0	2.7				
28	1.02	-32.5	1.02	-32.6	0	0.1	1.02	-32.5	0	0	1.02	-32.5	0	0	1.02	-32.5	0	0	1.02	-31.0	0	1.5	1.02	-31.0	0	1.5				
29	0.98	-7.9	0.98	-7.9	0	0	0.98	-7.9	0	0	0.98	-7.9	0	0	0.98	-7.9	0	0	0.99	-7.7	0.01	0.2	0.99	-7.7	0.01	0.2				
30	1.04	-32.4	1.04	-32.4	0	0	1.04	-32.3	0	0.1	1.04	-32.4	0	0	1.04	-32.4	0	0	1.04	-29.6	0	2.8	1.04	-29.6	0	2.8				
31	1.01	-36.5	1.01	-36.6	0	0.1	1.02	-36.4	0.01	0.1	1.01	-36.5	0	0	1.01	-36.5	0	0	1.01	-33.8	0	2.7	1.01	-33.8	0	2.7				
32	1.00	-37.1	1.00	-37.1	0	0	1.01	-37.0	0.01	0.1	1.00	-37.1	0	0	1.00	-37.1	0	0	1.00	-34.3	0.01	2.8	0.99	-34.3	0.01	2.8				

VOLTAJE

S. N. I. CONTINGENCIA (0)	REDUCIDO WARD AMORTIGUADO												REDUCIDO WARD		EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I. ERROR
	Caso Base		Simple		Error		Ward		Error		Ward		Error		Ward		Error		
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	
33	0.99	-38.5	1.00	-38.5	0.01	0	1.00	-38.3	0.01	0.2	1.00	-38.5	0.01	0	0.99	-35.7	0	2.8	
34	1.02	-34.9	1.02	-34.9	0	0.1	1.02	-34.9	0	0	1.02	-34.9	0	0	1.01	-32.4	0.01	2.5	
35	1.04	-34.9	1.04	-34.9	0	0.1	1.04	-34.9	0	0	1.04	-34.9	0	0	1.04	-32.4	0	2.5	
36	1.00	-36.8	1.00	-36.9	0	0.1	1.01	-36.8	0.01	0	1.01	-36.8	0.01	0	1.00	-34.0	0	2.8	
37	1.00	-33.8	1.00	-33.9	0	0.1	1.01	-33.8	0.01	0	1.01	-33.8	0	0	1.00	-30.9	0	2.9	
38	0.98	-42.1	0.98	-42.2	0	0.1	0.99	-42.0	0.01	0.1	0.98	-42.2	0	0.1	0.96	-38.9	0.02	3.2	
39	1.00	-22.0	1.00	-22.1	0	0.1	1.00	-22.0	0	0	1.00	-22.1	0	0	1.00	-21.0	0	1.0	
40	0.98	-37.0	0.98	-37.0	0	0	0.98	-36.9	0	0.1	0.98	-37.0	0	0	0.98	-35.1	0	1.9	
41	0.99	-20.0	0.99	-20.1	0	0.1	1.00	-20	0.01	0	1.00	-20.0	0	0	1.00	-17.8	0.01	2.2	
42	0.97	-40.0	0.97	-40.1	0	0.1	0.98	-39.9	0.01	0.1	0.97	-40	0	0	0.96	-37.3	0.01	2.7	
43	1.02	-33.0	0.99	-33.1	0.03	0.1	0.99	-33.0	0.03	0	1.00	-33.1	0.02	0.1	0.99	-31.2	0.03	1.8	
44	0.98	-42.4	0.98	-42.6	0	0.2	0.99	-42.4	0.01	0	0.98	-42.5	0	0.1	0.96	-39.3	0.02	5.1	
45	0.97	-42.4	0.97	-42.6	0	0.2	0.98	-42.4	0.01	0	0.97	-42.5	0	0.1	0.95	-39.3	0.02	5.1	
46	1.00	-43.3	1.00	-43.4	0	0.1	1.01	-43.2	0.01	0.1	1.00	-43.3	0	0	1.00	-40.6	0	2.7	

VOLTAJE

S. N. I. I.

CONTINGENCIA
(0)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO R. E. I. I.							
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	ERROR					
												Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.
47		0.96	-49.2	0.96	-49.3	0.96	-49.0	0.96	-49.2	0.96	-49.2	0	0	0.95	-46.5	0.01	2.7
48		0.97	-44.7	0.97	-44.7	0.97	-44.5	0.97	-44.7	0.97	-44.7	0	0	0.97	-42.0	0	2.7
49		1.00	-22.2	1.00	-22.3	1.00	-22.2	1.00	-22.2	1.00	-22.2	0	0	1.01	-21.1	0.01	1.1
50		0.97	-39.8	0.97	-39.9	0.97	-39.8	0.97	-39.8	0.97	-39.8	0	0	0.97	-38.0	0	1.8
51		0.97	-28.8	0.97	-28.9	0.98	-28.8	0.98	-28.8	0.98	-28.8	0.01	0	0.98	-27.3	0.01	1.5
52		1.02	-39.8	1.02	-39.9	1.02	-39.8	1.02	-39.8	1.02	-39.8	0	0	1.02	-38.0	0	1.8
53		1.06	-22.2	1.06	-22.3	1.06	-22.2	1.06	-22.2	1.06	-22.2	0	0	1.07	-21.1	0.01	1.1
54		1.02	-28.8	1.02	-28.9	1.03	-28.8	1.03	-28.8	1.02	-28.8	0	0	1.03	-27.3	0.01	1.5
55		1.02	-38.8	1.02	-38.9	1.03	-38.8	1.03	-38.8	1.02	-38.9	0	0.1	1.03	-37.0	0.01	1.8
56		0.98	-42.2	0.98	-42.3	0.99	-42.1	0.99	-42.1	0.98	-42.2	0	0	0.96	-39.0	0.02	3.2
57		1.00	-58.5	0.99	-38.5	0.99	-38.3	0.99	-38.5	0.99	-38.5	0.01	0	0.99	-35.8	0.01	2.7

VOLTAJE

S. N. I. CONTINGENCIA (1)		REDUCIDO WARD SIMPLE												REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO WARD R. E. I.			
		Caso Base		Error		MAGNIT.		ANGULO		MAGNIT.		ANGULO		MAGNIT.		ANGULO		MAGNIT.		ANGULO		MAGNIT.		ANGULO	
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO
BARRA	X	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0
		1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2	1.02	-4.2
		1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6	1.04	-6.6
		1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0	1.00	-6.0
		1.05	-43.1	1.05	-43.3	1.05	-42.5	1.05	-42.5	1.05	-42.5	1.05	-43.1	1.05	-43.1	1.05	-43.1	1.05	-43.1	1.05	-43.1	1.05	-43.1	1.05	-43.1
		0.97	-21.0	0.97	-21.1	0.98	-20.9	0.98	-20.9	0.98	-20.9	0.98	-21.0	0.97	-21.0	0.97	-21.0	0.97	-21.0	0.97	-21.0	0.97	-21.0	0.97	-21.0
		0.97	-45.6	0.97	-45.8	0.99	-44.9	0.99	-44.9	0.99	-44.9	0.99	-45.6	0.98	-45.6	0.98	-45.6	0.98	-45.6	0.98	-45.6	0.98	-45.6	0.98	-45.6
		1.02	-40.2	1.02	-40.4	1.04	-39.7	1.04	-39.7	1.04	-39.7	1.04	-40.2	1.03	-40.2	1.03	-40.2	1.03	-40.2	1.03	-40.2	1.03	-40.2	1.03	-40.2
		0.97	-45.4	0.97	-45.6	0.99	-44.8	0.99	-44.8	0.99	-44.8	0.99	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4
		0.97	-45.4	0.97	-45.6	0.99	-44.8	0.99	-44.8	0.99	-44.8	0.99	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4	0.98	-45.4
		0.95	-30.4	0.95	-30.5	0.96	-30.1	0.96	-30.1	0.96	-30.1	0.96	-30.4	0.95	-30.4	0.95	-30.4	0.95	-30.4	0.95	-30.4	0.95	-30.4	0.95	-30.4
		0.99	-34.7	0.99	-34.9	1.00	-34.4	1.00	-34.4	1.00	-34.4	1.00	-34.7	0.99	-34.7	0.99	-34.7	0.99	-34.7	0.99	-34.7	0.99	-34.7	0.99	-34.7
		0.97	-37.5	0.96	-37.6	0.98	-37.0	0.98	-37.0	0.98	-37.0	0.98	-37.5	0.97	-37.5	0.97	-37.5	0.97	-37.5	0.97	-37.5	0.97	-37.5	0.97	-37.5
		0.98	-35.1	0.97	-35.2	0.99	-34.7	0.99	-34.7	0.99	-34.7	0.99	-35.1	0.98	-35.1	0.98	-35.1	0.98	-35.1	0.98	-35.1	0.98	-35.1	0.98	-35.1

VOLTAJE

S. N. I. CONTINGENCIA (1)	REDUCIDO WARD AMORTIGUADO												REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO R. E. I.						
	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD				
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	
15	0.99	-36.6	0.99	-36.8	0	0.2	1.01	-36.2	0.02	0.4	0.99	-36.7	0	0.1	1.00	-34.1	0.01	1.00	-34.1	0.01	2.5
16	1.00	-45.4	1.00	-45.6	0	0.2	1.01	-44.8	0.01	0.6	1.00	-45.4	0	0	1.01	-42.5	0.01	1.01	-42.5	0.01	2.9
17	1.02	-45.6	1.02	-45.8	0	0.2	1.04	-44.9	0.02	0.7	1.03	-45.6	0.01	0	1.04	-42.7	0.02	1.04	-42.7	0.02	2.9
18	0.97	-55.6	0.97	-55.8	0	0.2	0.97	-54.9	0	0.7	0.97	-55.6	0	0	0.97	-52.3	0	0.97	-52.3	0	3.3
19	0.98	-36.8	0.98	-37.0	0	0.2	0.99	-36.4	0.01	0.4	0.98	-36.8	0	0	0.99	-34.0	0.01	0.99	-34.0	0.01	2.8
20	1.00	-34.7	1.00	-34.8	0	0.1	1.01	-34.3	0.01	0.4	1.00	-34.7	0	0	1.01	-31.8	0.01	1.01	-31.8	0.01	2.9
21	0.96	-55.1	0.96	-55.3	0	0.2	0.96	-54.3	0	0.8	0.96	-55.1	0	0	0.95	-51.8	0.01	0.95	-51.8	0.01	3.3
22	1.05	-24.6	1.05	-24.7	0	0.1	1.06	-24.2	0.01	0.4	1.06	-24.6	0.01	0	1.06	-21.7	0.01	1.06	-21.7	0.01	2.9
23	1.04	-20.4	1.04	-20.5	0	0.1	1.04	-20.0	0	0.4	1.04	-20.4	0	0	1.04	-17.6	0	1.04	-17.6	0	2.8
24	0.96	-60.2	0.96	-60.4	0	0.2	0.97	-59.4	0.01	0.8	0.96	-60.2	0	0	0.96	-56.9	0	0.96	-56.9	0	3.3
25	0.98	-39.7	0.98	-39.9	0	0.2	0.99	-39.2	0.01	0.5	0.98	-39.7	0	0	0.98	-36.6	0	0.98	-36.6	0	3.1
26	1.02	-46.8	1.02	-46.9	0	0.1	1.03	-46.1	0.01	0.7	1.03	-46.8	0.01	0	1.02	-44.0	0	1.02	-44.0	0	2.8
27	1.01	-51.5	1.01	-51.7	0	0.2	1.01	-50.8	0	0.7	1.01	-51.5	0	0	1.01	-48.2	0	1.01	-48.2	0	3.3
28	0.98	-38.9	0.98	-39.0	0	0.1	0.99	-38.4	0.01	0.5	0.98	-38.9	0	0	1.00	-36.5	0.02	1.00	-36.5	0.02	2.4

VOLTAGE

S. N. I. I. CONTINGENCIA (1)	REDUCIDO WARD AMORTIGUADO												REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO R. E. I. I.				
	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD ANGULO			REDUCIDO WARD MAGNIT.			ERROR		MAGNIT.		ANGULO		
	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT. Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT. Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT. Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	
29	0.98	- 8.0	0	0.98	- 8.0	0	0.98	- 8.0	0	0.98	- 8.0	0	0.98	- 7.8	0	0.98	- 7.8	0	0.2
30	1.04	-39.0	0	1.04	-38.4	0.6	1.04	-38.4	0	1.04	-39.0	0.6	1.04	-35.6	0	1.04	-35.6	0	3.4
31	1.01	-43.1	0	1.01	-42.5	0.6	1.01	-42.5	0	1.01	-43.1	0.6	1.01	-39.8	0	1.01	-39.8	0	3.3
32	0.99	-43.6	0	1.00	-43.1	0.01	1.00	-43.1	0.01	0.99	-43.6	0.5	0.99	-40.1	0.01	0.98	-40.1	0.01	5.5
33	0.99	-45.1	0	0.99	-44.5	0	0.99	-44.5	0	0.99	-45.1	0.6	0.99	-41.7	0	1.00	-41.7	0	3.4
34	1.00	-41.4	0	1.01	-40.9	0.01	1.01	-40.9	0.01	1.00	-41.4	0.5	1.00	-38.2	0	1.00	-38.2	0	3.2
35	1.04	-41.4	0	1.04	-40.9	0	1.04	-40.9	0	1.04	-41.4	0.5	1.04	-38.2	0	1.04	-38.2	0	3.4
36	0.99	-43.3	0	1.00	-42.8	0.01	1.00	-42.8	0.01	0.99	-43.4	0.5	0.99	-39.9	0	0.99	-39.9	0	3.5
37	0.99	-40.2	0	1.00	-39.8	0.01	1.00	-39.8	0.01	0.99	-40.3	0.4	0.99	-36.7	0.01	0.98	-36.7	0.01	5.8
38	0.97	-48.7	0	0.99	-48.1	0.02	0.99	-48.1	0.02	0.97	-48.7	0.6	0.97	-44.9	0.01	0.96	-44.9	0.01	1.3
39	1.00	-22.9	0.01	0.99	-22.7	0	0.99	-22.7	0	0.99	-22.9	0.2	0.99	-21.6	0	1.00	-21.6	0	2.7
40	0.95	-43.6	0	0.96	-43.0	0.1	0.96	-43.0	0.1	0.95	-43.6	0.6	0.95	-40.9	0.01	0.96	-40.9	0.01	2.8
41	1.00	-26.2	0.01	1.00	-25.8	0	1.00	-25.8	0	0.99	-26.3	0.4	0.99	-23.4	0.01	0.99	-23.4	0.01	3.4
42	0.96	-46.6	0.01	0.97	-46.0	0.1	0.97	-46.0	0.1	0.96	-46.6	0.6	0.96	-45.2	0.01	0.95	-45.2	0.01	

VOLTAJE

S. N. I. CONTINGENCIA (1)	REDUCIDO WARD AMORTIGUADO												REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO R. E. I.		
	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO R. E. I.		
	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR
BARRA	X																	
43	1.00	-39.4	0.02	0.2	1.00	-39.0	0	0.4	1.00	-39.5	0	0.01	0.99	-36.8	0.01	2.6		
44	0.97	-49.1	0	0.1	0.99	-48.5	0.2	0.6	0.97	-49.1	0	0	0.95	-45.3	0.02	3.8		
45	0.96	-49.1	0	0.1	0.97	-48.5	0.1	0.6	0.96	-49.1	0	0	0.94	-45.3	0.02	3.8		
46	1.00	-50.0	0	0.2	1.00	-49.3	0	0.7	1.00	-50.0	0	0	0.99	-46.7	0.01	3.3		
47	0.95	-56.0	0	0.1	0.96	-55.2	0.1	0.8	0.95	-56.0	0	0	0.95	-56.2	0	3.4		
48	0.97	-51.4	0	0.2	0.97	-50.7	0	0.7	0.97	-51.4	0	0	0.96	-48.0	0.01	3.4		
49	0.97	-23.0	0	0.1	0.98	-22.9	0.01	0.1	0.97	-23.0	0	0	0.99	-21.7	0.02	1.3		
50	0.95	-46.6	0.01	0.2	0.96	-45.9	0.01	0.7	0.95	-46.6	0	0	0.96	-43.6	0	3		
51	0.94	-34.9	0	0.1	0.95	-34.5	0.01	0.4	0.94	-34.9	0	0	0.96	-32.6	0.02	2.3		
52	1.00	-46.6	0.01	0.2	1.01	-45.9	0.01	0.7	1.00	-46.6	0	0	1.01	-43.6	0.01	3		
53	1.03	-23.0	0	0.1	1.04	-22.9	0.01	0.1	1.03	-23.0	0	0	1.05	-21.7	0.02	1.5		
54	0.99	-34.9	0	0.1	1.00	-34.5	0.01	0.4	0.99	-34.9	0	0	1.00	-32.6	0.01	2.3		
55	1.00	-45.6	0	0.2	1.01	-44.9	0.01	0.7	1.00	-45.6	0	0	1.01	-42.7	0.01	2.9		

VOLTAJE

S. N. I. I. CONTINGENCIA (1)	VOLTAJE																	
	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO WARD		REDUCIDO R. E. I.							
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO
56	0.97	-48.8	0.97	-48.9	0	0.1	0.99	-48.2	0.02	0.6	0.97	-48.8	0	0	0.95	-45.0	0.02	5.8
57	1.00	-45.1	1.00	-45.3	0	0.2	0.99	-44.4	0.01	0.7	0.99	-45.1	0.01	0	1.00	-41.8	0	3.3

VOLTAJE

S. N. I. I.

CONTINGENCIA
(2)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO		R. E. I. ERROR	
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.		ANGULO
1		1.05	0.0	1.05	0.0	0	1.05	0.0	0	1.05	0.0	0	1.05	0.0	0	
2		1.03	-4.2	1.03	-4.2	0	1.03	-4.2	0	1.03	-4.2	0	1.03	-4.0	0	
3		1.05	-6.5	1.05	-6.5	0	1.05	-6.5	0	1.05	-6.5	0	1.05	-6.1	0	
4		1.00	-5.9	1.00	-5.9	0	1.00	-5.9	0	1.00	-5.9	0	1.00	-5.7	0	
5		1.05	-40.2	1.05	-39.8	0	1.05	-39.5	0	1.05	-39.7	0	1.05	-37.1	0	
6		0.99	-20.6	1.00	-20.5	0.01	1.00	-20.4	0.01	1.00	-20.5	0.01	1.01	-19.2	0.02	
7		0.97	-42.7	0.98	-42.3	0.01	0.99	-41.9	0.02	0.98	-42.2	0.01	0.99	-39.5	0.02	
8		1.02	-37.3	1.03	-37.0	0.01	1.04	-36.7	0.02	1.03	-36.9	0.01	1.04	-34.3	0.02	
9		0.97	-42.5	0.98	-42.2	0.01	0.99	-41.8	0.02	0.98	-42.0	0.01	0.99	-39.4	0.02	
10		0.97	-42.5	0.98	-42.2	0.01	0.99	-41.8	0.02	0.98	-42.0	0.01	0.99	-39.4	0.02	
11		0.98	-25.1	0.99	-24.9	0.01	0.99	-24.8	0.01	0.99	-24.9	0.01	1.00	-23.3	0.02	
12		1.02	-29.2	1.03	-29.1	0.01	1.03	-28.9	0.01	1.03	-29.0	0.01	1.04	-27.1	0.02	
13		0.96	-34.5	0.97	-34.3	0.01	0.98	-34.0	0.02	0.97	-34.2	0.01	0.99	-32.0	0.03	
14		1.00	-29.5	1.00	-29.3	0	1.01	-29.1	0.01	1.00	-29.2	0	1.01	-27.1	0.01	

VOLTAJE

S. N. I.

CONTINGENCIA

(2)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO R. E. I.									
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	R. E. I.	ERROR						
														ERROR	ERROR	ERROR	ERROR		
15		1.02	-31.0	1.02	-30.8	0	0.2	0.05	-30.6	0.01	0.4	1.003	-50.7	0.01	0.5	1.03	-28.5	0.01	2.5
16		0.99	-42.5	1.00	-42.2	0.01	0.3	1.02	-41.8	0.03	0.7	1.01	-42.0	0.02	0.5	1.02	-39.4	0.03	3.1
17		1.02	-42.7	1.03	-42.3	0.01	0.4	1.04	-41.9	0.02	0.8	1.03	-42.2	0.01	0.5	1.04	-39.5	0.02	3.2
18		0.97	-49.5	0.98	-49.2	0.01	0.3	0.98	-48.8	0.01	0.7	0.98	-49.1	0.01	0.4	0.97	-46.1	0	3.4
19		1.00	-31.1	1.00	-30.9	0	0.2	1.01	-30.7	0.01	0.4	1.00	-30.8	0	0.3	1.01	-28.3	0.01	2.8
20		1.02	-29.0	1.02	-28.8	0	0.2	1.03	-28.6	0.01	0.4	1.02	-28.8	0	0.2	1.02	-26.3	0	2.7
21		0.96	-49.0	0.96	-48.6	0	0.4	0.97	-48.3	0.01	0.7	0.96	-48.5	0	0.5	0.96	-45.6	0	3.4
22		1.06	-18.9	1.06	-18.7	0	0.2	1.06	-18.5	0	0.4	1.06	-18.6	0	0.3	1.06	-16.2	0	2.7
23		1.04	-14.7	1.04	-14.5	0	0.2	1.04	-14.4	0	0.3	1.04	-14.5	0	0.2	1.04	-12.0	0	2.7
24		0.97	-54.1	0.97	-53.7	0	0.4	0.97	-53.3	0	0.8	0.97	-53.6	0	0.5	0.97	-50.7	0	3.4
25		0.99	-35.9	1.00	-33.6	0.01	0.3	1.00	-33.4	0.01	0.5	1.00	-33.6	0.01	0.3	0.99	-30.8	0	3.1
26		1.03	-40.6	1.03	-40.3	0	0.3	1.03	-40.0	0	0.6	1.02	-40.2	0.01	0.4	1.03	-37.9	0	2.7
27		1.01	-45.5	1.01	-45.5	0	0.4	1.01	-44.8	0	0.7	1.01	-45.0	0	0.5	1.01	-42.0	0	3.5
28		1.01	-33.1	1.02	-32.9	0.01	0.2	1.02	-32.7	0.01	0.4	1.02	-32.8	0.01	0.3	1.03	-30.9	0.02	2.2

VOLTAJE

S. N. I. I.

CORTINGENCIA

(2)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD		SIMPLE		REDUCIDO WARD		AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD		EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I. I.		
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	ERROR
		ERROR		ERROR		ERROR		ERROR		ERROR		ERROR		ERROR		ERROR		ERROR		
29	0.98	-7.9	0.98	-7.9	0	0	0.98	-7.9	0	0	0.98	-7.9	0	0	0.98	-7.9	0.99	-7.7	0.01	0.2
30	1.04	-33.0	1.04	-32.7	0	0.3	1.04	-32.4	0	0.6	1.04	-32.6	0	0.4	1.04	-29.6	1.04	-29.6	0	3.4
31	1.01	-37.1	1.01	-36.8	0	0.3	1.02	-36.5	0.01	0.6	1.01	-36.7	0	0.4	1.01	-33.7	1.01	-33.7	0	3.4
32	1.00	-37.6	1.00	-37.4	0	0.2	1.01	-37.2	0.01	0.4	1.00	-37.3	0	0.3	1.00	-34.2	1.00	-34.2	0	3.4
33	0.99	-39.1	1.00	-38.8	0.01	0.3	1.00	-38.5	1.01	0.6	1.00	-38.7	0.01	0.4	0.99	-35.7	0.99	-35.7	0	3.4
34	1.01	-35.5	1.02	-35.3	0.01	0.2	1.02	-35.0	0.01	0.5	1.02	-35.2	0.01	0.3	1.01	-32.3	1.01	-32.3	0	3.2
35	1.04	-35.5	1.04	-35.3	0	0.2	1.04	-35.0	0	0.5	1.04	-35.2	0	0.3	1.04	-32.3	1.04	-32.3	0	3.2
36	1.00	-37.4	1.01	-37.2	0.01	0.2	1.01	-36.9	0.01	0.5	1.01	-37.1	0.01	0.3	1.00	-34.0	1.00	-34.0	0	3.4
37	1.00	-34.4	1.00	-34.1	0	0.3	1.01	-35.9	0.01	0.5	1.01	-34.0	0	0.4	1.00	-30.9	1.00	-30.9	0	3.5
38	0.98	-47.2	0.98	-42.4	0	0.3	0.99	-42.2	0.01	0.5	0.98	-42.4	0	0.3	0.96	-38.9	0.96	-38.9	0.02	3.8
39	0.99	-22.4	1.00	-22.3	0.01	0.1	0.99	-22.2	0	0.2	0.99	-22.3	0	0.1	0.99	-20.9	0.99	-20.9	0	1.5
40	0.97	-37.5	0.98	-37.3	0.01	0.2	0.99	-37.0	0.02	0.5	0.98	-37.2	0.01	0.3	0.99	-35.0	0.99	-35.0	0.02	2.5
41	1.00	-20.5	0.99	-20.3	0.01	0.2	0.99	-20.1	0.01	0.4	0.99	-20.3	0.01	0.2	0.99	-17.8	0.99	-17.8	0.01	2.7
42	0.96	-40.6	0.97	-40.3	0.01	0.3	0.98	-40.1	0.02	0.5	0.97	-40.3	0.01	0.3	0.97	-37.2	0.97	-37.2	0.01	3.4

VOLTAJE

S. N. I. I.

CONTINGENCIA

(2)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.							
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	ERROR							
												Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANGULO		
43		1.00	-35.6	0.99	-53.4	0.01	0.2	0.99	-33.2	0.01	0.4	1.00	-53.5	0	0.3	0.99	-51.1	0.01	2.5
44		0.98	-45.1	0.98	-42.8	0	0.3	0.99	-42.5	0.01	0.6	0.98	-42.7	0	0.4	0.96	-39.3	0.02	5.8
45		0.97	-43.1	0.97	-42.8	0	0.3	0.98	-42.5	0.01	0.6	0.97	-42.7	0	0.4	0.95	-39.3	0.02	3.8
46		1.00	-44.0	1.00	-43.6	0	0.4	1.01	-43.5	0.01	0.7	1.00	-43.6	0	0.4	1.00	-40.6	0	5.4
47		0.95	-49.9	0.96	-49.5	0.01	0.4	0.96	-49.2	0.01	0.7	0.96	-49.4	0.01	0.5	0.95	-46.5	0	5.4
48		0.97	-45.3	0.97	-45.0	0	0.3	0.98	-44.6	0.01	0.7	0.97	-44.9	0	0.4	0.97	-41.9	0	5.4
49		0.99	-22.6	1.00	-22.5	0.01	0.1	1.00	-22.4	0.01	0.2	1.00	-22.4	0.01	0.2	1.01	-21.1	0.02	1.5
50		0.94	-45.7	0.95	-43.3	0.01	0.4	0.96	-42.9	0.02	0.8	0.95	-43.2	0.01	0.5	0.96	-40.5	0.02	5.2
51		0.97	-29.5	0.97	-29.2	0	0.1	0.98	-29.0	0.01	0.3	0.98	-29.1	0.01	0.2	0.99	-27.2	0.02	5.1
52		0.99	-45.7	1.00	-45.3	0.01	0.4	1.01	-42.9	0.02	0.8	1.00	-43.2	0.01	0.5	1.01	-40.5	0.2	5.2
53		1.05	-22.6	1.06	-22.5	1.01	0.1	1.06	-22.4	0.01	0.2	1.06	-22.4	0.01	0.2	1.07	-21.1	0.2	1.5
54		1.02	-29.5	1.02	-29.2	0	0.1	1.03	-29.0	0.01	0.3	1.03	-29.1	0.01	0.2	1.04	-27.2	0.02	2.1
55		0.99	-42.7	1.00	-42.5	0.01	0.4	1.01	-41.9	0.02	0.8	1.01	-42.2	0.02	0.5	1.02	-39.5	0.05	5.2
56		0.98	-42.8	0.98	-42.5	0	0.3	0.99	-42.2	0.01	0.6	0.98	-42.4	0	0.4	0.96	-39.0	0.02	5.8
57		1.00	-59.1	1.00	-58.8	0	0.5	1.00	-58.5	0	0.6	0.99	-58.7	0.01	0.4	0.99	-55.7	0.01	3.4

VOLTAJE

S. N. I.

CONTINGENCIA

(3)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO R. E. I.				
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	R. E. I.	ERROR
1		1.05	0.0	1.05	0.0	0	1.05	0.0	0	1.05	0.0	0	1.05	0.0	0	0	
2		1.02	- 4.2	1.02	- 4.2	0	1.02	- 4.2	0	1.02	- 4.2	0	1.03	- 4.0	0.01	0.2	
3		1.04	- 6.5	1.04	- 6.5	0	1.04	- 6.5	0	1.04	- 6.5	0	1.04	- 6.3	0	0.2	
4		1.00	- 5.9	1.00	- 5.9	0	1.00	- 5.9	0	1.00	- 5.9	0	1.00	- 5.8	0	0.1	
5		1.05	-38.1	1.05	-38.0	0	1.05	-37.5	0	1.05	-37.8	0	1.05	-36.2	0	1.9	
6		0.97	-20.9	0.92	-20.8	0	0.98	-20.7	0.01	0.2	-20.8	0.01	0.98	-20.0	0.01	0.9	
7		0.97	-40.6	0.98	-40.4	0.01	0.99	-39.9	0.02	0.2	-40.2	0.01	0.99	-38.7	0.02	1.9	
8		1.02	-35.2	1.03	-35.1	0.01	1.04	-34.7	0.02	0.5	-34.2	0.01	1.03	-33.4	0.02	1.8	
9		0.97	-40.4	0.98	-40.3	0.01	0.99	-39.8	0.02	0.6	-40.3	0.01	0.98	-38.5	0.02	1.9	
10		0.97	-40.4	0.98	-40.3	0.01	0.99	-39.8	0.02	0.6	-40.0	0.01	0.99	-38.5	0.02	1.9	
11		0.96	-25.5	0.96	-25.4	0	0.97	-25.2	0.01	0.3	-25.4	0	0.97	-24.3	0.01	1.2	
12		0.99	-29.8	1.00	-29.7	0.01	1.01	-29.5	0.02	0.3	-29.6	0.01	1.01	-28.5	0.02	1.3	
13		0.97	-32.5	0.97	-32.4	0	0.98	-32.1	0.01	0.4	-32.3	0.01	0.98	-31.0	0.01	1.5	
14		0.98	-34.8	0.98	-34.7	0	0.99	-34.7	0.01	0.5	-34.5	0	0.98	-32.9	0	1.0	

VOLTAJE

S. N. I.

CONTINGENCIA

(3)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO R. E. I.									
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	ERROR							
												Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.		
15		1.00	-36.3	1.00	-36.2	0	0.1	1.01	-35.8	0.01	0.5	1.00	-36.0	0	0.3	1.00	-34.4	0	1.9
16		1.00	-40.4	1.01	-40.3	0.01	0.1	1.02	-39.8	0.02	0.6	1.01	-40.0	0.01	0.4	1.01	-38.5	0.01	1.9
17		1.02	-40.6	1.03	-40.4	0.01	0.2	1.04	-39.9	0.02	0.7	1.04	-40.2	0.02	0.4	1.04	-38.7	0.02	1.9
18		0.97	-55.3	0.97	-55.1	0	0.2	0.98	-54.4	0.01	0.9	0.97	-54.8	0	0.5	0.96	-53.0	0.01	2.3
19		0.98	-36.5	0.99	-36.4	0.01	0.1	0.99	-36.0	0.01	0.5	0.99	-36.2	0.01	0.3	0.98	-34.4	0	2.1
20		1.00	-34.4	1.01	-34.2	0.01	0.2	1.01	-33.9	0.01	0.5	1.01	-34.1	0.01	0.5	1.00	-32.2	0	2.2
21		0.96	-54.7	0.96	-54.6	0	0.1	0.96	-53.8	0	0.9	0.96	-54.3	0	0.4	0.95	-52.4	0.01	2.3
22		1.06	-24.3	1.06	-42.1	0	0.2	1.06	-23.8	0	0.5	1.06	-24.0	0	0.3	1.05	-22.2	0.01	2.1
25		1.04	-20.1	1.04	-19.9	0	0.2	1.04	-19.6	0	0.5	1.04	-19.8	0	0.3	1.04	-18.0	0	2.1
24		0.96	-59.9	0.96	-59.7	0	0.2	0.97	-58.9	0.01	1.0	0.97	-59.4	0.01	0.5	0.96	-57.6	0	2.3
25		0.98	-39.4	0.98	-39.2	0	0.2	0.99	-38.8	0.01	0.6	0.98	-39.0	0	0.4	0.97	-37.1	0.01	2.3
26		1.03	-46.4	1.02	-46.2	0.01	0.2	1.03	-45.6	0	0.8	1.02	-46.0	0.01	0.4	1.03	-44.4	0	2.0
27		1.01	-51.2	1.01	-51.0	0	0.2	1.01	-50.3	0	0.9	1.00	-50.7	0.01	0.5	1.01	-48.9	0	2.5
28		0.98	-33.9	0.99	-33.8	0.01	0.1	1.00	-33.5	0.02	0.4	0.99	-33.7	0.01	0.2	1.00	-32.5	0.02	1.4

VOLTAJE

S. N. I. I.	CONTINGENCIA (3)												R. E. I. I.			
	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			
	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	
29	0.98	- 8.0	0	0	0.98	- 7.9	0	0.1	0.98	- 7.9	0	0.1	0.98	- 7.8	0	0.2
30	1.04	-58.6	0	0.1	1.04	-37.9	0	0.7	1.04	-38.2	0	0.4	1.04	-36.2	0	2.4
31	1.01	-42.8	0	0.2	1.01	-42.0	0	0.8	1.01	-42.4	0	0.4	1.01	-40.4	0	2.4
32	0.99	-43.2	0	0.1	1.00	-42.6	0.01	0.6	0.99	-42.9	0	0.3	0.98	-40.8	0.01	2.4
33	0.99	-44.8	0	0.2	1.00	-44.0	0.01	0.8	0.99	-44.3	0	0.5	0.99	-42.4	0	2.4
34	1.00	-41.1	0	0.2	1.01	-40.4	0.01	0.7	1.01	-40.7	0.01	0.4	1.00	-48.7	0	2.4
35	1.04	-41.1	0	0.2	1.04	-40.4	0	0.7	1.04	-40.7	0	0.4	1.04	-38.7	0	2.4
36	0.99	-43.0	0	0.1	1.00	-42.4	0.01	0.6	1.00	-42.6	0.01	0.4	0.98	-40.5	0.01	2.5
37	0.99	-39.9	0	0.1	1.00	-39.3	0.01	0.6	1.00	-39.6	0.01	0.3	0.98	-37.5	0.01	2.6
38	0.97	-48.4	0	0.2	0.99	-47.7	0.02	0.7	0.98	-48.0	0.01	0.4	0.98	-45.7	0.02	2.7
39	1.00	-22.8	0	0.1	1.00	-22.6	0	0.2	0.99	-22.6	0.01	0.2	1.00	-21.8	0	1.0
40	0.95	-43.2	0	0.2	0.97	-42.5	0.02	0.7	0.96	-42.8	0.01	0.4	0.96	-41.5	0.01	1.9
41	0.99	-25.9	0	0.1	1.00	-25.4	0.01	0.5	1.00	-25.6	0.01	0.3	1.00	-23.8	0.01	2.1
42	0.95	-46.2	0.01	0.1	0.97	-45.6	0.02	0.6	0.96	-45.9	0.01	0.3	0.95	-35.8	0	2.4

VOLTAJE

S. H. I. I.

CONTINGENCIA

(3)

BARRA	X	CASO		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.							
		MAGNIT.	ANGULO	ERROR		MAGNIT.	ANGULO	ERROR		MAGNIT.	ANGULO		ERROR						
				Δ MAGNIT.	Δ ANG.			Δ MAGNIT.	Δ ANG.					Δ MAGNIT.	Δ ANG.	Δ MAGNIT.	Δ ANG.		
43		1.00	-39.1	1.02	-38.9	0.02	0.2	1.02	-38.5	0.02	0.6	0.99	-38.8	0.01	0.5	0.99	-37.2	0.01	1.9
44		0.97	-48.8	0.97	-48.6	0	0.2	0.99	-48.0	0.02	0.8	0.97	-48.3	0	0.5	0.95	-46.1	0.02	2.7
45		0.96	-48.8	0.96	-48.6	0	0.2	0.97	-48.0	0.01	0.8	0.96	-48.3	0	0.5	0.94	-46.1	0.02	2.7
46		1.00	-49.7	1.00	-49.5	0	0.2	1.00	-48.9	0	0.8	1.00	-49.2	0	0.5	0.99	-47.3	0.01	2.4
47		0.95	-55.6	0.95	-55.5	0	0.1	0.96	-54.7	0.01	0.9	0.95	-55.2	0	0.4	0.94	-53.3	0.01	2.3
48		0.97	-51.0	0.97	-50.9	0	0.1	0.97	-50.2	0	0.8	0.97	-50.6	0	0.4	0.96	-48.7	0.01	2.5
49		0.97	-22.9	0.97	-22.9	0	0	0.98	-22.7	0.01	0.2	0.98	-22.8	0.01	0.1	0.98	-22.0	0.01	0.9
50		0.94	-41.6	0.95	-41.4	0.01	0.2	0.96	-40.9	0.02	0.7	0.96	-41.2	0.02	0.4	0.96	-39.7	0.02	1.9
51		0.94	-29.9	0.95	-29.9	0.01	0	0.96	-29.6	0.02	0.3	0.95	-29.7	0.01	0.2	0.96	-28.6	0.02	1.5
52		1.00	-41.6	1.00	-41.4	0	0.2	1.01	-40.9	0.01	0.7	1.01	-41.2	0.01	0.4	1.01	-39.7	0.01	1.9
53		1.03	-22.9	1.03	-22.9	0	0	1.04	-22.7	0.01	0.2	1.04	-22.8	0.01	0.1	1.04	-22.0	0.01	0.9
54		0.99	-29.9	1.00	-29.9	0.01	0	1.01	-29.6	0.02	0.3	1.00	-29.7	0.01	0.2	1.01	-28.6	0.02	1.5
55		1.00	-40.6	1.00	-40.4	0	0.2	1.02	-39.9	0.02	0.7	1.01	-40.2	0.01	0.4	1.01	-38.7	0.01	1.9
56		0.97	-48.5	0.97	-48.3	0	0.2	0.99	-47.7	0.02	0.8	0.97	-48.1	0	0.4	0.95	-45.8	0.02	2.7
57		0.99	-44.8	1.00	-44.6	0.01	0.2	0.99	-44.0	0	0.8	0.99	-44.3	0	0.5	1.00	-42.5	0.01	2.3

VOLTAJE

S. N. I.

CONTINGENCIA

(4)

BARRA	X	REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO			R. E. I.
		MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	
1	1.05	0.9	0	0	1.05	0.0	0	1.05	0.0	0	1.05	0.0	0	0
2	1.03	-4.1	0	0.1	1.03	-4.1	0	1.03	-4.2	0	1.03	-4.0	0	0.1
3	1.03	-6.5	0	0	1.05	-6.5	0	1.05	-6.5	0	1.05	-6.2	0	0.3
4	1.00	-5.9	0	0	1.00	-5.9	0	1.00	-5.9	0	1.00	-5.7	0	0.2
5	1.05	-36.9	0	0.1	1.05	-36.8	0	1.05	-36.9	0	1.05	-35.2	0	1.7
6	0.99	-20.5	0	0	0.99	-20.4	0	0.99	-20.5	0	0.99	-19.5	0	1.0
7	0.99	-39.3	0	0.2	1.00	-39.2	0.01	1.00	-39.3	0	0.99	-37.6	0	1.7
8	1.04	-34.1	0	0.1	1.04	-34.0	0	1.04	-34.1	0	1.04	-32.4	0	1.7
9	0.99	-39.2	0	0.1	1.00	-39.1	0.01	1.00	-39.2	0	0.99	-37.4	0	1.8
10	0.99	-39.2	0	0.1	1.00	-39.1	0.01	1.00	-39.2	0	0.99	-37.4	0	1.8
11	0.98	-24.9	0	0	0.98	-24.9	0	0.98	-24.9	0	0.98	-23.6	0	1.5
12	1.02	-29.0	0	0.1	1.02	-29.0	0	1.02	-29.0	0	1.02	-27.6	0	1.4
13	0.99	-31.6	0	0.1	0.99	-31.5	0	0.99	-31.6	0	1.00	-30.1	0	1.5
14	1.01	-30.8	0	0.1	1.01	-30.8	0	1.01	-30.8	0	1.01	-29.1	0	1.7

VOLTAJE

S. N. I.

CORTINSENCIA

(4)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD ANORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I. ERROR				
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO					
													ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
15		1.01	-30.8	1.01	-30.9	1.01	-30.8	0	0	1.01	-30.8	0	1.01	-29.1	0	1.7
16		1.02	-39.2	1.02	-39.3	1.02	-39.1	0	0.1	1.02	-39.2	0	1.02	-37.4	0	1.8
17		1.04	-39.3	1.04	-39.5	1.05	-39.2	0.01	0.1	1.04	-39.3	0	1.05	-37.6	0.01	1.7
18		0.97	-51.3	0.97	-51.4	0.97	-51.0	0	0.3	0.97	-51.3	0	0.97	-48.5	0	2.8
19		0.99	-32.6	0.99	-32.7	0.99	-32.5	0	0.1	0.99	-32.6	0	0.99	-30.2	0	2.4
20		1.01	-30.5	1.01	-30.6	1.01	-30.4	0	0.1	1.01	-30.5	0	1.01	-28.1	0	2.4
21		0.96	-50.7	0.96	-50.8	0.96	-50.4	0	0.3	0.96	-50.7	0	0.95	-47.9	0.01	2.8
22		1.06	-20.4	1.06	-20.5	1.06	-20.3	0	0.1	1.06	-20.4	0	1.06	-18.0	0	2.4
23		1.04	-16.2	1.04	-16.3	1.04	-16.1	0	0.1	1.04	-16.2	0	1.04	-13.8	0	2.4
24		0.96	-55.8	0.96	-56.0	0.97	-55.5	0.01	0.3	0.97	-55.8	0.01	0.96	-53.0	0	2.8
25		0.98	-35.5	0.98	-35.5	0.99	-35.3	0.01	0.2	0.98	-35.5	0	0.98	-32.8	0	2.7
26		1.03	-40.7	1.03	-40.8	1.03	-40.5	0	0.2	1.03	-40.7	0	1.03	-38.8	0	1.9
27		1.01	-47.2	1.01	-47.3	1.00	-46.9	0.01	0.3	1.00	-47.2	0.01	1.01	-44.4	0	2.8
28		1.01	-32.9	1.01	-33.0	1.01	-32.8	0	0.1	1.01	-32.9	0	1.01	-31.5	0	1.4

VOLTAJE

S. N. I.

CONTINGENCIA
(4)

BARRA	%	CASO		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.				
		BASE		ERROR		ERROR		ERROR		R. E. I.						
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO
29		0.98	- 7.9	0.98	0	0	- 7.9	0	0	0.98	- 7.9	0	0.98	- 7.7	0	0.2
30		1.04	-34.7	1.04	0	0.2	-34.7	0	0	1.04	-34.7	0	1.04	-31.7	0	3.0
31		1.01	-38.8	1.01	0	0.2	-38.8	0	0	1.01	-38.8	0	1.01	-35.9	0	2.9
32		0.99	-39.3	0.99	0	0.1	-39.4	0.01	0	1.00	-39.2	0.01	0.99	-36.3	0.01	3.0
33		0.99	-40.8	0.96	0.03	0.1	-40.9	0.01	0	1.00	-40.6	0.01	0.99	-37.9	0	2.9
34		1.01	-37.1	1.01	0	0.1	-37.2	0	0	1.01	-37.0	0	1.00	-34.4	0.01	2.7
35		1.04	-37.1	1.04	0	0.1	-37.2	0	0	1.04	-37.0	0	1.04	-34.4	0	2.7
36		1.00	-39.1	0.99	0.01	0.1	-39.2	0.01	0	1.00	-38.9	0	1.00	-36.1	0.01	3.0
37		0.99	-36.0	0.99	0	0.1	-36.1	0	0	1.00	-35.9	0.01	1.00	-32.9	0	3.1
38		0.97	-44.4	0.97	0	0.1	-44.5	0.02	0	0.99	-44.2	0.02	0.96	-41.1	0.01	3.3
39		1.00	-22.3	1.00	0	0	-22.3	0	0	1.00	-22.2	0	1.00	-21.2	0	1.1
40		0.96	-37.6	0.96	0	0.1	-37.7	0	0	0.96	-37.4	0	0.97	-35.8	0.01	1.8
41		0.99	-22.0	0.99	0	0.1	-22.1	0.01	0	1.00	-22.0	0.01	1.00	-19.6	0	2.4
42		0.96	-42.3	0.96	0	0.1	-42.4	0.01	0	0.97	-42.1	0.01	0.95	-39.4	0.01	2.9

VOLTAJE

S. N. I.

CONTINGENCIA

(4)

BARRA	CASO BASE		REDUCIDO WARD		WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.					
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	ERROR			
																ERROR	ERROR	ERROR
43	1.00	-33.5	1.02	-33.6	0.02	0.1	0.99	-33.5	0.01	0	0.99	-33.6	0.01	0.1	1.02	-31.8	0.01	1.7
44	0.97	-44.8	0.97	-44.9	0	0.1	0.99	-44.6	0.02	0.2	0.97	-44.8	0	0	0.95	-41.4	0.02	3.4
45	0.96	-44.8	0.96	-44.9	0	0.1	0.97	-44.6	0.01	0.2	0.96	-44.8	0	0	0.94	-41.4	0.02	3.4
46	1.00	-45.7	1.00	-45.8	0	0.1	1.00	-45.4	0	0.5	1.00	-45.7	0	0	0.99	-42.8	0.01	2.9
47	0.95	-51.6	0.95	-51.7	0	0.1	0.96	-51.3	0.01	0.3	0.95	-51.6	0	0	0.95	-48.8	0	2.8
48	0.97	-47.0	0.97	-47.2	0	0.2	0.97	-46.8	0	0.2	0.97	-47.0	0	0	0.96	-44.2	0.01	2.8
49	0.99	-22.4	0.99	-22.5	0	0.1	0.99	-22.4	0	0	0.99	-22.4	0	0	1.00	-21.4	0.01	1.0
50	0.96	-40.3	0.96	-40.5	0	0.2	0.97	-40.2	0.01	0.1	0.96	-40.5	0	0	0.97	-38.6	0.01	1.7
51	0.97	-29.1	0.96	-29.2	0.01	0.1	0.97	-29.1	0	0	0.97	-29.1	0	0	0.97	-27.7	0	1.4
52	1.01	-40.3	1.01	-40.5	0	0.2	1.02	-40.2	0.01	0.1	1.01	-40.3	0	0	1.02	-38.6	0.01	1.7
53	1.05	-22.4	1.05	-22.5	0	0.1	1.05	-22.4	0	0	1.05	-22.4	0	0	1.06	-21.4	0.01	1.0
54	1.01	-29.1	1.01	-29.2	0	0.1	1.02	-29.1	0.01	0	1.02	-29.1	0.01	0	1.02	-27.7	0.01	1.4
55	1.02	-39.3	1.02	-39.5	0	0.2	1.02	-39.2	0	0.1	1.02	-39.3	0	0	1.02	-37.6	0	1.7
56	0.97	-44.5	0.97	-44.6	0	0.1	0.99	-44.3	0.02	0.2	0.98	-44.5	0.01	0	0.96	-41.1	0.01	3.4
57	0.99	-40.8	1.00	-40.9	0.01	0.1	0.99	-40.5	0	0.3	0.99	-40.8	0	0	1.00	-37.9	0.01	2.9

VOLTAJE

CONTINGENCIA (5)	S. N. I. .														
	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.				
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	ERROR	
BARRA	X														
1	1.05	0.0	1.05	0.0	1.05	0.0	0	0	1.05	0.0	0	0	1.05	0.0	0
2	1.03	- 4.1	1.03	- 4.2	1.03	- 4.2	0	0.1	1.03	- 4.2	0	0.1	1.03	- 4.0	0
3	1.03	- 6.5	1.05	- 6.5	1.05	- 6.5	0	0	1.05	- 6.5	0	0	1.05	- 6.2	0
4	1.00	- 5.9	1.00	- 5.9	1.00	- 5.9	0	0	1.00	- 5.9	0	0	1.00	- 5.7	0
5	1.05	- 36.7	1.05	- 36.9	1.05	- 36.6	0	0.2	1.05	- 36.8	0	0.1	1.05	- 35.2	0
6	0.99	- 20.4	0.99	- 20.5	1.00	- 20.4	0	0.1	0.99	- 20.4	0	0	1.00	- 19.5	0.01
7	0.99	- 39.2	0.99	- 39.3	1.00	- 39.1	0	0.1	1.00	- 39.2	0.01	0	1.00	- 37.7	0.01
8	1.04	- 33.9	1.04	- 34.1	1.04	- 33.9	0	0.2	1.04	- 34.0	0	0.1	1.04	- 32.5	0
9	0.99	- 39.0	0.99	- 39.1	1.00	- 38.9	0	0.1	1.00	- 39.0	0.01	0	1.00	- 37.5	0.01
10	0.99	- 39.0	0.99	- 39.1	1.00	- 38.9	0	0.1	1.00	- 39.0	0.01	0	1.00	- 37.5	0.01
11	0.98	- 24.8	0.98	- 24.9	0.99	- 24.8	0	0.1	0.99	- 24.9	0	0.1	0.99	- 23.7	0.01
12	1.02	- 28.9	1.02	- 29.0	1.02	- 28.9	0	0.1	1.02	- 29.0	0	0.1	1.02	- 27.7	0.01
13	0.99	- 31.5	0.99	- 31.6	1.00	- 31.4	0	0.1	0.99	- 31.5	0	0	1.00	- 30.2	0.01
14	0.99	- 29.3	0.99	- 29.3	1.00	- 29.2	0	0	0.99	- 29.3	0	0	1.00	- 27.7	0.01

VOLTAJE

S. N. I. CONTINGENCIA (5) BARRA X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.			
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	R. E. I.	
														ERROR
29	0.98	- 7.9	0.98	- 7.9	0	- 7.9	0.98	- 7.9	0	- 7.9	0.98	- 7.7	0	0.2
30	1.04	-35.9	1.04	-36.0	0	-35.7	1.04	-35.7	0	-35.9	1.04	-35.2	0	2.7
31	1.01	-40.1	1.01	-40.2	0	-39.8	1.01	-39.8	0	-40.0	1.01	-37.4	0	2.7
32	0.99	-40.5	0.99	-40.6	0	-40.3	0.99	-40.3	0.01	-40.5	0.99	-37.8	0.01	2.7
35	0.99	-42.0	0.99	-42.1	0	-41.8	0.99	-41.8	0	-42.0	0.99	-39.4	0	2.6
34	1.00	-38.3	1.00	-38.4	0	-38.1	1.00	-38.1	0.01	-38.3	1.00	-35.8	0	2.5
35	1.04	-38.3	1.04	-38.4	0	-38.1	1.04	-38.1	0	-38.3	1.04	-35.8	0	2.5
36	0.99	-40.3	0.99	-40.4	0	-40.1	0.99	-40.1	0.01	-40.2	0.99	-37.5	0.01	2.8
37	0.99	-37.1	0.99	-37.2	0	-37.1	1.00	-37.1	0.01	-37.1	0.99	-34.4	0.01	2.7
38	0.97	-45.7	0.97	-45.8	0	-45.4	0.99	-45.4	0.02	-45.6	0.97	-42.5	0.02	3.2
39	1.00	-22.2	1.00	-22.3	0	-22.2	1.00	-22.2	0	-22.2	0.99	-21.5	0	0.9
40	0.97	-37.4	0.97	-37.5	0	-37.3	0.97	-37.3	0	-37.4	0.97	-35.7	0.01	1.7
41	1.00	-20.5	0.99	-20.4	0.01	-20.5	1.00	-20.5	0	-20.5	1.00	-18.4	0.01	1.9
42	0.95	-43.5	0.95	-43.6	0	-43.5	0.97	-43.5	0.02	-43.5	0.96	-40.8	0	2.7

VOLTAJE

CONTINGENCIA (5)	S. N. I.																	
	CASO BASE			REDUCIDO WARD . SIMPLE			REDUCIDO WARD . AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO R. E. ;					
	MAGNIT.	ANGULO	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT. Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT. Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT. Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT. Δ ANG.			
BARRA X																		
43	1.00	-33.4	1.02	-33.5	0.02	0.1	1.00	-33.5	0	0.1	0.99	-33.4	0.01	0	0.99	-31.8	0.01	1.6
44	0.97	-46.0	0.97	-46.1	0	0.1	0.98	-45.7	0.01	0.3	0.97	-46.0	0	0	0.95	-42.9	0.02	5.1
45	0.96	-46.0	0.96	-46.1	0	0.1	0.97	-45.7	0.01	0.3	0.96	-46.0	0	0	0.94	-42.9	0.02	5.1
46	1.00	-47.0	1.00	-47.1	0	0.1	1.00	-46.7	0	0.3	1.00	-46.9	0	0.1	0.99	-44.3	0.01	2.7
47	0.95	-52.9	0.95	-53.0	0	0.1	0.95	-52.6	0	0.3	0.95	-52.8	0	0.1	0.94	-50.3	0.01	2.6
48	0.96	-48.3	0.97	-48.4	0.01	0.1	0.97	-48.0	0.01	0.3	0.97	-48.3	0.01	0	0.96	-45.7	0	2.6
49	0.99	-22.4	0.99	-22.4	0	0	1.00	-22.3	0.01	0.1	1.00	-22.4	0.01	0	1.00	-21.5	0.01	0.9
50	0.96	-40.2	0.96	-40.3	0	0.1	0.97	-40.1	0.01	0.1	0.96	-40.2	0	0	0.97	-38.6	0.01	1.6
51	0.97	-29.0	0.97	-29.1	0	0.1	0.97	-29.0	0	0	0.97	-29.1	0	0.1	0.98	-27.8	0.01	1.2
52	1.02	-40.2	1.01	-40.3	0.01	0.1	1.02	-40.1	0	0.1	1.02	-40.2	0	0	1.02	-38.6	0	1.6
53	1.05	-22.4	1.05	-22.4	0	0	1.06	-22.3	0.01	0.1	1.05	-22.4	0	0	1.06	-21.5	0.01	0.9
54	1.02	-29.0	1.02	-29.1	0	0.1	1.02	-29.0	0	0	1.02	-29.1	0	0.1	1.02	-27.8	0	1.2
55	1.02	-39.2	1.02	-39.3	0	0.1	1.02	-39.1	0	0.1	1.02	-39.2	0	0	1.02	-37.7	0	1.5
56	0.97	-45.7	0.97	-45.8	0	0.1	0.99	-45.5	0.02	0.2	0.97	-45.7	0	0	0.95	-42.6	0.02	3.1
57	0.99	-42.0	1.00	-42.1	0.01	0.1	1.00	-41.7	0.01	0.3	0.99	-42.0	0	0	0.99	-39.4	0	2.6

VOLTAJE

S. N. I. CONTINGENCIA (6)	REDUCIDO WARD AMORTIGUADO												REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO WARD		R. E. I.	
	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD		REDUCIDO WARD	
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO
BARRA	X																	
1	1.05	0.0	1.05	- 0.0	0	0	0	0	0	0	0	1.05	- 0.0	0	0	1.05	0.0	0
2	1.03	- 4.2	1.03	- 4.2	0	0	0	0	0	0	0	1.03	- 4.2	0	0	1.03	- 4.0	0
3	1.04	- 6.6	1.04	- 6.6	0	0	0	0	0	0	0	1.05	- 6.6	0.01	0	1.05	- 6.3	0.01
4	1.00	- 5.9	1.00	- 6.0	0	0.1	0	0	0	0	0	1.00	- 6.0	0	0.1	1.00	- 5.8	0
5	1.05	- 37.4	1.05	- 37.5	0	0.1	0	0.2	0	0	0	1.05	- 37.2	0	0	1.05	- 35.5	0
6	0.99	- 20.8	0.99	- 20.8	0	0	0	0	0	0	0	0.99	- 20.8	0	0	0.99	- 19.7	0
7	0.99	- 39.8	0.99	- 39.9	0	0.1	0	0.2	0	0.2	0	0.99	- 39.6	0.01	0	1.00	- 38.0	0.01
8	1.04	- 34.6	1.04	- 34.7	0	0.1	0	0.2	0	0.2	0	1.04	- 34.4	0	0	1.04	- 32.8	0
9	0.99	- 39.7	0.99	- 39.8	0	0.1	0	0.2	0	0.2	0	1.00	- 39.5	0.01	0	1.00	- 37.8	0.01
10	0.99	- 39.7	0.99	- 39.8	0	0.1	0	0.2	0	0.2	0	1.00	- 39.5	0.01	0	1.00	- 37.8	0.01
11	0.98	- 25.3	0.98	- 25.4	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.98	- 25.2	0	0	0.98	- 24.0	0
12	1.01	- 29.5	1.01	- 29.5	0	0	0	0.1	0	0.1	0	1.02	- 29.4	0.01	0	1.02	- 28.0	0.01
13	0.99	- 32.0	0.99	- 32.1	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.99	- 31.9	0	0	1.00	- 30.5	0.01
14	0.98	- 30.0	0.98	- 30.1	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.99	- 29.9	0.01	0	0.99	- 28.1	0.01

VOLTAJE

S. N. I.

CONTINGENCIA

(6)

BARRA	X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.							
		MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO		ERROR						
														Δ ANG.	Δ ANG.	Δ ANG.	Δ ANG.	Δ ANG.	Δ ANG.
15		1.00	-31.5	1.00	-31.6	0	0.1	1.01	-31.4	0.01	0.1	1.01	-31.5	0.01	0	1.01	-29.6	0.01	1.9
16		1.02	-39.7	1.02	-39.8	0	0.1	1.02	-39.5	0	0.2	1.02	-39.7	0	0	1.02	-37.8	0	1.9
17		1.04	-39.8	1.04	-39.9	0	0.1	1.05	-39.6	0.01	0.2	1.04	-39.8	0	0	1.05	-38.0	0.01	1.8
18		0.97	-50.6	0.97	-50.7	0	0.1	0.97	-50.2	0	0.4	0.97	-50.5	0	0.1	0.96	-47.9	0.01	2.7
19		0.98	-31.8	0.98	-31.8	0	0	0.99	-31.6	0.01	0.2	0.98	-31.7	0	0.1	0.98	-29.5	0	2.5
20		0.99	-29.7	0.99	-29.8	0	0.1	1.00	-29.6	0.01	0.1	0.99	-29.7	0	0	0.99	-27.5	0	2.2
21		0.96	-50.1	0.96	-50.1	0	0	0.96	-49.7	0	0.4	0.96	-50.0	0	0.1	0.95	-47.3	0.01	2.8
22		1.05	-8.8	1.05	-8.8	0	0	1.05	-8.7	0	0.1	1.05	-8.8	0	0	1.05	-6.5	0	2.5
23		1.04	-4.6	1.04	-4.6	0	0	1.04	-4.5	0	0.1	1.04	-4.6	0	0	1.04	-2.3	0	2.5
24		0.96	-55.2	0.96	-55.3	0	0.1	0.97	-54.8	0.01	0.4	0.96	-55.1	0	0.1	0.96	-52.5	0	2.7
25		0.98	-34.7	0.98	-34.7	0	0	0.98	-34.5	0	0.2	0.98	-34.6	0	0.1	0.97	-32.2	0.01	2.5
26		1.03	-41.4	1.02	-41.5	0.01	0.1	1.05	-41.1	0	0.3	1.02	-41.4	0.01	0	1.02	-39.4	0.01	2.0
27		1.01	-46.6	1.01	-46.6	0	0	1.01	-46.2	0	0.4	1.00	-46.4	0.01	0.2	1.01	-43.8	0	2.8
28		1.00	-35.4	1.00	-33.5	0	0.1	1.01	-33.3	0.01	0.1	1.01	-33.4	0.01	0	1.01	-31.9	0.01	1.5

VOLTAJE

CONTINGENCIA (6)	S. N. I. I.															
	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO WARD		R. E. I. I.					
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO
BARRA X																
29	0.98	- 8.0	0.98	- 8.0	0.98	- 7.9	0	0.1	0.98	- 8.0	0	0	0.98	-7.8	0	0.2
30	1.04	-34.0	1.04	-34.0	1.04	-33.7	0	0.3	1.04	-35.9	0	0.1	1.04	-31.1	0	2.9
31	1.01	-38.1	1.01	-38.2	1.01	-37.8	0	0.3	1.01	-38.1	0	0	1.01	-35.3	0	2.8
32	0.99	-38.6	0.99	-38.6	1.00	-38.4	0.01	0.2	0.99	-38.5	0	0.1	0.98	-55.7	0.01	2.9
33	0.99	-40.1	0.99	-40.2	0.99	-39.8	0	0.3	0.99	-40.0	0	0.1	0.99	-37.3	0	2.8
34	1.00	-36.4	1.00	-36.4	1.01	-36.1	0.01	0.3	1.00	-36.3	0	0.1	1.00	-35.7	0	2.7
35	1.04	-36.4	1.04	-36.4	1.04	-36.1	0	0.3	1.04	-36.3	0	0.1	1.04	-33.7	0	2.7
36	0.99	-38.3	0.99	-38.4	1.00	-38.1	0.01	0.2	0.99	-38.3	0	0	0.98	-35.4	0.01	2.9
37	0.99	-35.2	0.99	-35.3	1.00	-35.1	0.01	0.1	0.99	-35.2	0	0	0.98	-32.5	0.01	2.9
38	0.97	-43.7	0.97	-43.8	0.99	-43.4	0.02	0.3	0.97	-43.7	0	0	0.96	-40.4	0.01	3.3
39	1.00	-22.6	1.00	-22.7	1.00	-22.6	0	0	0.99	-22.6	0	0.01	1.00	-21.5	0	1.1
40	0.96	-38.3	0.96	-38.4	0.97	-38.1	0.01	0.2	0.96	-38.2	0	0.1	0.96	-56.3	0	2.0
41	1.00	-10.4	0.99	-10.5	0.99	-10.3	0.01	0.1	0.99	-10.4	0	0	0.99	- 8.2	0.01	2.2
42	0.95	-41.6	0.95	-41.6	0.97	-41.3	0.02	0.3	0.96	-41.5	0	0.01	0.95	-38.7	0	2.9

VOLTAJE

S. N. I.	CONTINGENCIA												REDUCIDO		R. E. I.								
	(6)												WARD		EXTENDIDO		R. E. I.						
	CASO BASE		REDUCIDO WARD		SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD		EXTENDIDO		MAGNIT. ANGULO		MAGNIT. ANGULO								
BARRA	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	ERROR	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	ERROR
45	0.99	-34.2	1.02	-34.3	0.03	0.1	1.02	-34.1	0.03	0.1	0.99	-34.2	0	0.99	-34.2	0	0	1.02	-32.3	0.05	1.9		
44	0.97	-44.0	0.97	-44.1	0	0.1	0.98	-43.8	0.01	0.2	0.97	-44.0	0	0.97	-44.0	0	0	0.95	-40.7	0.02	3.3		
45	0.96	-44.0	0.96	-44.1	0	0.1	0.97	-43.8	0.01	0.2	0.96	-44.0	0	0.96	-44.0	0	0	0.94	-40.7	0.02	3.5		
46	1.00	-45.0	1.00	-45.1	0	0.1	1.00	-44.7	0	0.3	1.00	-44.9	0	1.00	-44.9	0	0.1	0.99	-42.2	0.01	2.8		
47	0.95	-51.0	0.95	-51.0	0	0	0.95	-50.6	0	0.4	0.95	-50.9	0	0.95	-50.9	0	0.1	0.94	-48.2	0.01	2.8		
48	0.97	-46.4	0.97	-46.4	0	0	0.97	-46.0	0	0.4	0.97	-46.3	0	0.97	-46.3	0	0.1	0.96	-43.6	0.01	2.8		
49	0.99	-22.8	0.99	-22.8	0	0	0.99	-22.7	0	0.1	0.99	-22.8	0	0.99	-22.8	0	0	1.00	-21.7	0.01	1.1		
50	0.96	-40.8	0.96	-40.9	0	0.1	0.97	-40.6	0.01	0.2	0.96	-40.8	0	0.96	-40.8	0	0	0.97	-38.9	0.01	1.9		
51	0.96	-29.6	0.96	-29.7	0	0.1	0.97	-29.5	0.01	0.1	0.96	-29.6	0	0.96	-29.6	0	0	0.97	-28.1	0.01	1.5		
52	1.01	-40.8	1.01	-40.9	0	0.1	1.02	-40.6	0.01	0.2	1.01	-40.8	0	1.01	-40.8	0	0	1.02	-38.9	0.01	1.9		
53	1.05	-22.8	1.05	-22.8	0	0	1.05	-22.7	0	0.1	1.05	-22.8	0	1.05	-22.8	0	0	1.06	-21.7	0.01	1.1		
54	1.01	-29.6	1.01	-29.7	0	0.1	1.02	-29.5	0.01	0.1	1.01	-29.6	0	1.01	-29.6	0	0	1.02	-28.1	0.01	1.5		
55	1.02	-39.8	1.02	-39.9	0	0.1	1.02	-39.6	0	0.2	1.02	-39.8	0	1.02	-39.8	0	0	1.02	-38.0	0	1.8		
56	0.97	-43.7	0.97	-43.8	0	0.1	0.99	-43.5	0.02	0.2	0.97	-43.7	0	0.97	-43.7	0	0	0.96	-40.4	0.01	3.3		
57	1.00	-40.1	1.00	-40.2	0	0.1	1.00	-39.7	0	0.4	0.99	-40.0	0.01	0.99	-40.0	0.01	0.1	1.00	-37.3	0	2.8		

VOLTAJE

CONTINGENCIA (7)	S. N. I. .															
	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I. .					
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.
BARRA	X				ERROR				ERROR						ERROR	
1	1.05	0.0	1.05	0.0	0	0	1.05	0.0	0	0	1.05	0.0	1.05	0.0	0	0
2	1.03	- 4.1	1.03	- 4.2	0	0.1	1.03	- 4.1	0	0	1.03	- 4.1	1.03	- 4.0	0	0.1
3	1.05	- 6.5	1.05	- 6.5	0	0	1.05	- 6.5	0	0	1.05	- 6.5	1.05	- 6.2	0	0.3
4	0.97	- 7.7	0.97	- 7.7	0	0	0.97	- 7.7	0	0	0.97	- 7.7	0.97	- 7.5	0	0.2
5	1.05	-36.4	1.05	-36.5	0	0.1	1.05	-36.4	0	0	1.05	-36.5	1.04	-34.7	0.01	1.7
6	1.00	-20.3	1.00	-20.4	0	0.1	1.00	-20.3	0	0	1.00	-20.4	1.00	-19.3	0	1.0
7	1.00	-38.9	1.00	-39.0	0	0.1	1.00	-38.8	0	0.1	1.00	-39.0	1.00	-37.1	0	1.8
8	1.04	-33.7	1.04	-33.8	0	0.1	1.04	-33.7	0	0	1.04	-33.8	1.04	-31.9	0	1.8
9	1.00	-38.7	1.00	-38.8	0	0.1	1.00	-38.7	0	0	1.00	-38.8	1.00	-36.9	0	1.8
10	1.00	-38.7	1.00	-38.8	0	0.1	1.00	-38.7	0	0	1.00	-38.8	1.00	-36.9	0	1.8
11	0.99	-24.7	0.99	-24.7	0	0	0.99	-24.7	0	0	0.99	-24.7	0.99	-23.4	0	1.5
12	1.03	-28.7	1.03	-28.8	0	0.1	1.03	-28.7	0	0	1.03	-28.8	1.05	-27.5	0	1.4
13	1.00	-31.2	1.00	-31.3	0	0.1	1.00	-31.2	0	0	1.00	-31.3	1.00	-29.7	0	1.5
14	1.00	-29.0	1.00	-29.1	0	0.1	1.01	-29.0	0.01	0	1.00	-29.1	1.01	-27.2	0.01	1.8

VOLTAJE

S. N. I.	CONTINGENCIA (7)	CARRA X	CASO BASE		REDUCIDO WARD SIMPLE		REDUCIDO WARD AMORTIGUADO		REDUCIDO WARD EXTENDIDO		REDUCIDO		R. E. I.			
			MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO		MAGNIT.	ANGULO	R. E. I.
15			1.02	-30.5	1.02	-30.5	1.03	-30.5	0	1.02	-30.5	0	1.03	-28.7	0.01	1.8
16			1.02	-38.7	1.02	-38.8	1.03	-38.7	0	1.02	-38.8	0	1.03	-36.9	0.01	1.8
17			1.05	-38.9	1.05	-39.0	1.05	-38.8	0	1.05	-38.8	0	1.06	-37.1	0.01	1.8
18			0.97	-49.0	0.98	-48.9	0.98	-48.8	0.01	0.98	-48.8	0.01	0.97	-46.3	0	2.7
19			1.00	-30.6	1.00	-30.7	1.01	-30.6	0	1.00	-30.7	0	1.00	-28.5	0	2.1
20			1.02	-28.6	1.02	-28.6	1.02	-28.5	0	1.02	-28.6	0	1.02	-26.4	0	2.2
21			0.96	-48.4	0.97	-48.4	0.97	-48.2	0.01	0.96	-48.4	0	0.96	-45.7	0	2.7
22			1.06	-18.4	1.06	-18.5	1.06	-18.4	0	1.06	-18.5	0	1.06	-16.3	0	2.1
23			1.04	-14.3	1.04	-14.3	1.04	-14.3	0	1.04	-14.3	0	1.04	-12.1	0	2.2
24			0.92	-53.5	0.97	-53.4	0.97	-53.3	0	0.97	-53.3	0	0.97	-50.8	0	2.7
25			0.99	-33.4	1.00	-33.4	1.00	-33.3	0.01	1.00	-33.4	0.01	0.99	-30.9	0	2.5
26			1.03	-40.0	1.03	-40.1	1.03	-39.9	0	1.03	-40.1	0	1.03	-38.1	0	1.9
27			1.01	-44.9	1.01	-44.9	1.01	-44.7	0	1.01	-44.9	0	1.01	-42.2	0	2.7
28			1.02	-32.6	1.02	-32.6	1.02	-32.6	0	1.02	-32.6	0	1.02	-31.1	0	1.5

VOLTAGE

CONTINENCIA	S. N. I. I.																	
	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO					
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ANGULO
29	0.95	- 9.8	0.95	- 9.8	0	0	0.95	- 9.8	0	0	0.95	- 9.8	0	0	0.95	- 9.6	0	0.2
30	1.04	-32.4	1.04	-32.5	0	0.1	1.04	-32.3	0	0.1	1.04	-32.5	0	0.1	1.04	-29.7	0	2.7
31	1.01	-36.6	1.02	-36.6	0.01	0	1.02	-36.5	0.01	0.1	1.01	-36.6	0	0	1.01	-33.8	0	2.8
32	1.00	-37.1	1.00	-37.2	0	0.1	1.01	-37.1	0.01	0	1.01	-37.2	0	0.1	0.99	-34.3	0.01	2.8
33	0.99	-38.5	1.00	-38.5	0.01	0	1.00	-38.4	0.01	0.1	1.00	-38.6	0.01	0.1	0.99	-35.8	0	2.7
34	1.02	-35.0	1.02	-35.0	0	0	1.02	-34.9	0	0.1	1.02	-35.0	0	0	1.01	-32.4	0.01	2.6
35	1.04	-35.0	1.04	-35.0	0	0	1.04	-34.9	0	0.1	1.04	-35.0	0	0	1.04	-32.4	0	2.6
36	1.00	-36.9	1.01	-36.9	0.01	0	1.01	-36.9	0.01	0	1.01	-36.9	0.01	0	1.00	-34.1	0	2.8
37	1.00	-33.9	1.01	-33.9	0.01	0	1.01	-33.9	0.01	0	1.00	-33.9	0	0	1.00	-31.0	0	2.9
38	0.98	-42.2	0.98	-42.2	0	0	0.99	-42.1	0.01	0.1	0.98	-42.2	0	0	0.96	-39.0	0.02	5.2
39	1.00	-22.1	1.00	-22.1	0	0	1.00	-22.1	0	0	1.00	-22.1	0	0	1.00	-21.0	0	1.1
40	0.98	-37.0	0.98	-37.1	0	0.1	0.98	-36.9	0	0.1	0.98	-37.1	0	0.1	0.98	-55.1	0	1.9
41	0.99	-20.1	1.00	-20.1	0.01	0	1.00	-20.1	0.01	0	0.99	-20.1	0	0	1.00	-17.9	0.01	2.2
42	0.97	-40.1	0.98	-40.2	0.01	0.1	0.98	-40.0	0.01	0.1	0.97	-40.1	0	0	0.96	-37.3	0.01	2.8

VOLTAJE

CONTINENCIA (7)	S. N. I.																				
	CASO BASE				REDUCIDO WARD SIMPLE				REDUCIDO WARD AMORTIGUADO				REDUCIDO WARD EXTENDIDO				REDUCIDO WARD R. E. T.				
	MAGNIT.	ANGULO	MAGNIT.	ARGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ARGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ARGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ARGULO	Δ MAGNIT.	Δ ANG.	MAGNIT.	ARGULO	Δ MAGNIT.
43	1.00	-33.1	0.99	-33.2	0.01	0.1	0.99	-33.1	0.01	0	1.02	-33.2	0.02	0.1	0.99	-31.3	0.01	1.8			
44	0.98	-42.5	0.98	-42.6	0	0.1	0.99	-42.4	0.01	0.1	0.98	-42.6	0	0.1	0.96	-39.3	0.02	3.2			
45	0.97	-42.5	0.97	-42.6	0	0.1	0.98	-42.4	0.01	0.1	0.97	-42.6	0	0.1	0.95	-39.3	0.02	3.2			
46	1.00	-43.4	1.00	-43.4	0	0	1.01	-43.3	0.01	0.1	1.00	-43.4	0	0	1.00	-40.7	0	2.7			
47	0.96	-49.3	0.96	-49.3	0	0	0.96	-49.1	0	0.2	0.96	-49.3	0	0	0.95	-46.6	0.01	2.7			
48	0.97	-44.8	0.97	-44.7	0	0.1	0.97	-44.6	0	0.2	0.97	-44.8	0	0	0.97	-42.0	0	2.8			
49	1.00	-22.3	1.00	-22.3	0	0	1.00	-22.3	0	0	1.00	-22.3	0	0	1.01	-21.2	0.01	1.1			
50	0.97	-39.9	0.97	-40.0	0	0.1	0.97	-39.8	0	0.1	0.97	-39.9	0	0	0.97	-38.0	0	1.9			
51	0.97	-28.8	0.97	-28.9	0	0.1	0.98	-28.8	0.01	0	0.97	-28.9	0	0.1	0.98	-27.4	0.01	1.4			
52	1.02	-39.9	1.02	-40.0	0	0.1	1.02	-39.8	0	0.1	1.02	-39.9	0	0	1.02	-38.0	0	1.9			
53	1.06	-22.3	1.06	-22.3	0	0	1.06	-22.3	0	0	1.06	-22.3	0	0	1.07	-21.2	0.01	1.1			
54	1.02	-28.8	1.02	-28.9	0	0.1	1.03	-28.8	0.01	0	1.02	-28.9	0	0.1	1.03	-27.4	0.01	1.4			
55	1.02	-38.9	1.02	-39.0	0	0.1	1.05	-38.8	0.01	0.1	1.02	-39.0	0	0.1	1.03	-37.1	0.01	1.8			
56	0.98	-42.3	0.98	-42.3	0	0	0.99	-42.1	0.01	0.2	0.98	-42.3	0	0	0.96	-39.1	0.02	3.2			
57	1.00	-38.6	1.00	-38.6	0	0	0.99	-38.4	0.01	0.2	1.00	-38.6	0	0	0.99	-35.8	0.01	2.8			

PERDIDAS DEL SISTEMA

S. S. I. I.	CONGENCIA												R. E. I.					
	CASO BASE			REDUCIDO WARD SIMPLE			REDUCIDO WARD AMORTIGUADO			REDUCIDO WARD EXTENDIDO			REDUCIDO					
	MW	MVAR	ERROR	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW	MW	MVAR	Δ MW
0	36.8	144.1	31.1	108.4	5.7	35.7	31.1	105.5	5.7	38.6	31	103.7	5.8	40.4	18.5	143.7	18.3	0.4
1	42.5	215.9	36.6	180.3	5.9	35.6	36	164	6.5	51.9	36.4	177	6.1	38.9	22.5	204.3	20	11.6
2	41.3	178.4	34.8	125.4	6.5	53	34.6	121.1	6.7	57.3	34.6	125.2	6.7	53.2	18.9	152.5	22.4	25.9
3	39.9	215.8	33.6	169.4	6.3	46.4	33.2	155.8	6.7	60	33.3	164.1	6.6	51.7	26	213.8	13.9	2
4	37.6	178.1	31.9	142.3	5.7	35.8	31.7	136	5.9	42.1	31.6	138.7	6	39.4	20.5	180.4	17.1	2.3
5	38.1	176.6	32.4	140.5	5.7	36.1	32.2	133.8	5.9	42.8	32.2	136.5	5.9	40.1	22.7	178.8	15.4	2.2
6	43.4	198	37.6	156.5	5.8	41.5	37.4	147.5	6.0	50.5	37.5	153.8	5.9	44.2	25.2	191.9	18.2	6.1
7	37.5	151.2	31.8	112.2	5.7	39	31.8	113.5	5.7	37.7	31.7	5.8	115.3	35.9	19.1	151.7	18.4	0.5

A N E X O I I

MANUAL DE USO DE LOS PROGRAMAS DIGITALES

I. MANUAL DE USO DEL PROGRAMA PARA OBTENCION DE REDES EQUIVALENTES DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA (SEP), PARA ESTUDIOS DE FLUJOS DE CARGA Y ANALISIS DE CONTINGENCIAS

I. Objetivo:

Calcular la "Matriz Admitancia de Barra Equivalente" y el "Vector de Potencia Equivalente" en las barras frontera, de cualquier S.E.P. que va a ser reducido.

II. Método de Solución:

Utiliza el método de eliminación de nodos de GAUSS o llamado también de reducciones matriciales.

III. Descripción del Programa

III.1 Programa principal.- Lee los parámetros de entrada y verifica que estén dentro de los límites.

III.2 Subrutinas.- El programa consta de 21 subrutinas. Hay redundancia de ciertas subrutinas, debido a la utilización de bloques comunes usados por requerimientos de memoria del computador.

Las subrutinas básicamente realizan:

SUBROUTINA LEER: Lee los datos del sistema en estudio: resistencias, reactancias, susceptancias de líneas y transformadores del sistema total, potencias netas y voltajes de las barras

del sistema exterior.

SUBROUTINA YBARRA: Calcula la matriz admitancia de barra del sistema total (matriz completa).

SUBROUTINA CONJ: Calcula la conjugada de vectores complejos.

SUBROUTINA CORI: Calcula el vector de corrientes netas inyectadas en las barras (vector complejo).

SUBROUTINA REST: Resta matrices complejas.

SUBROUTINA REST1: Resta vectores complejos.

SUBROUTINA POTEN: Calcula el vector de potencias equivalente en las barras frontera (vector complejo).

SUBROUTINA DPMIO1: Invierte matrices complejas.

SUBROUTINA DPMIO2: Invierte matrices complejas.

SUBROUTINA PARTY1: Realiza particiones en matrices complejas.

SUBROUTINA PARTY2: Realiza particiones en matrices complejas.

SUBROUTINA PARTY: Realiza particiones en matrices complejas y en vectores complejos, dimensionando el tiempo de ejecución.

SUBROUTINA MULTIA: Multiplica matrices complejas.

SUBROUTINA MULTIB: Multiplica matrices complejas.

SUBROUTINA MULTIP: Multiplica matrices complejas, dimensionando al tiempo de ejecución.

- SUBROUTINA MULTI 1: Multiplica matrices complejas por vectores complejos.
- SUBROUTINA IMPRES: Imprime datos: resistencias y reactancias de líneas y transformadores del sistema total.
- SUBROUTINA IMPREX: Imprime datos: susceptancias de líneas y transformadores del sistema total.
- SUBROUTINA IMPRI 1: Imprime datos: potencias netas y voltajes de barra del sistema exterior.
Imprime resultados: el vector de potencias equivalentes en las barras frontera, vector complejo.
- SUBROUTINA IMPRI: Imprime la matriz admitancia de barra del sistema total (matriz compleja).
- SUBROUTINA IMPRIM: Imprime la matriz admitancia de barra equivalente en las barras frontera (matriz compleja).
Imprime la matriz auxiliar para el modelo del Ward Extendido (matriz compleja).

IV: Nomenclatura de las Variables de Entrada:

Para la utilización del programa se necesita las dimensiones del sistema (parámetros del programa), y los datos del sistema.

IV.1 Parámetros de entrada del programa.-

W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, W13, W14, W15

Caracteres alfanuméricos, en su campo va el título del sistema.

- NA: Número de barras del sistema total
Variable entera
 $10 \leq NA \leq 160$
- NB: Número de líneas + transformadores del sistema total
Variable entera
 $10 \leq NB \leq 1000$
- NC: Número de ramas Shunt del sistema total (suceptancia de líneas y transformadores con tap fuera del nominal del sistema total)
Variable entera
 $10 \leq NC \leq 2000$
- ND: Número de barras del sistema interno
Variable entera
 $4 \leq ND \leq 130$ y $ND < NA$
- NN: Número de barras del sistema frontera
Variable entera
 $2 \leq NN \leq 10$
- NE: Número de barras de generación del S.E. (*)
Variable entera
 $0 \leq NE \leq 140$

* Se cuenta solo aquellas barras cuya potencia activa es positiva, es decir que, la potencia de generación es mayor a la de carga en dicha barra.

XX: Indicador interno

Variable real

$$0. \leq XX \leq 1.$$

0. para obtener el equivalente:

- Ward con inyecciones
- Ward con amortiguación
- R.E.I.

1. para obtener el equivalente:

Ward extendido

IV.2 Datos del sistema.-

$Z(I,J)$: Impedancia de las líneas de transmisión de la barra I a la barra J (resistencia y reactancia por unidad)
 $R + jX$ del sistema total.
Variable compleja.

$B(I,J)$: Suceptancia de las líneas de transmisión y de los transformadores con Tap fuera del nominal jB del sistema total variable compleja.

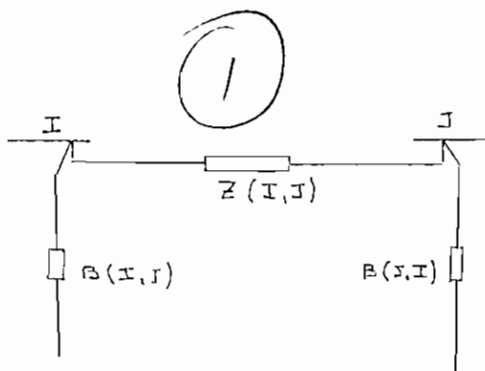


Fig. IV.1
Esquema de una
línea media

S(I) Potencia neta de la barra I del sistema exterior variable compleja.

V(I) Voltaje de la barra I del sistema exterior Variable compleja.

MAS, MENOS Caracteres alfanuméricos (+, -)

V. Pasos a seguirse para poder proporcionar los parámetros y datos al programa:

V.1 Se enumera las barras del S.E.P. total, de la siguiente forma:

SISTEMA TOTAL (SEP) = SI+SF+SE SISTEMA EXTERIOR = SF+SE

S.I. SISTEMA INTERNO 1, -----, ND

S.F. SISTEMA FRONTERA (ND+1) -----, (ND+NN)

S.E. SISTEMA EXTERNO (ND+NN+1), -----, NA

S.E. se enumera de la siguiente forma:

(ND+NN+1), -----, (ND+NN+NE) las barras de generación del S.E.

(ND+NN+NE+1), -----, NA Las demás barras del S.E.

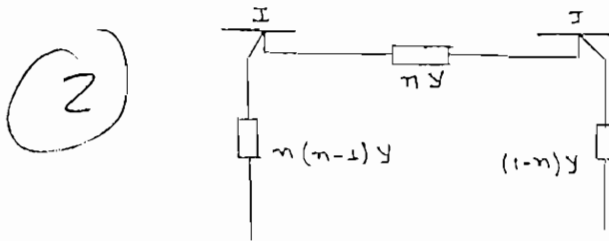
Además, la numeración de las barras de generación del S.E., debe ser en función de la capacidad de reactivos disponibles, así:

ND+NN+1 la que mayor capacidad de reactivos disponibles tiene.

.
. .
. . .
. . .

ND+NN+NE la que menor capacidad de reactivos disponibles tiene.

V.2 Los transformadores con tap fuera del nominal se les modela como una línea media ($\bar{\eta}$), cuyos parámetros se calcula como sigue:



n: tap
relación de
vueltas fuera
del nominal

Fig. V.1 Modelación de un transformador con tap fuera del nominal, como una línea media

V.3 Resistencias, reactancias y susceptancias, se coloca en por unidad (es recomendable tomar como potencia aparente base 100 MVA).

V.4 A partir de un flujo de carga del caso base, se obtiene las potencias netas de barra y los voltajes de barra del sistema exterior y se les coloca en por unidad si no están.

VI. Forma de proporcionar los datos y parámetros al programa:

Los tipos de formatos para los parámetros y datos de entrada, se detallan en las hojas codificadas.

En caso de doble circuito entre dos barras, se puede proceder de dos formas para proporcionar los datos de resistencias y reactancias de líneas y transformadores.

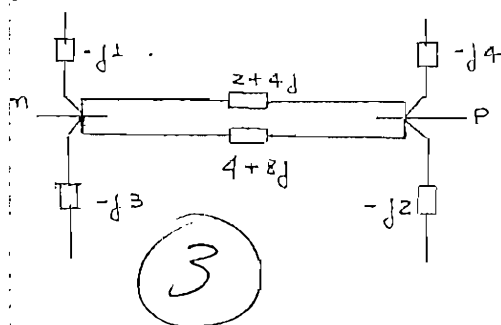


Fig.VI.1
Esquema de doble
circuito de líneas
medias

Nos serviremos de un ejemplo figurativo para explicar las dos formas:

a) Una tarjeta por circuito

BARRA X	BARRA Y	RESISTENCIA	REACTAN.
n	P	2.0	4.0
P	n	4.0	8.0

- b] Una tarjeta por el doble circuito: aquí se obtiene el paralelo de la conexión.

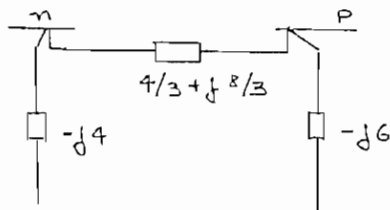


Fig. VI.2
Paralelo de la
figura anterior

BARRA X	BARRA Y	RESISTENCIA	REACTANCIA
n	P	1.33	2.66

En este caso se considera como una sola línea para el cómputo de NR.

Para más de dos circuitos, se debe proporcionar los datos como en b].

Para susceptancias de líneas y transformadores con Tap fuera del nominal del sistema total, en caso de más de un circuito entre dos barras, siempre se debe obtener el paralelo y se proporciona los datos como para un simple circuito.

BARRA X	BARRA Y	SUCEPTANCIA	
n	P	0.0	-4.0
P	n	0.0	-6.0

VII. Variables de salida:

El programa proporciona lo siguiente:

- a) Los límites del programa. En caso de error en los límites de los parámetros, éstos salen impresos con su especificación y el programa se para.
- b) Si no existe error en la entrada de los parámetros, éstos salen impresos con su especificación respectiva.
- c) Imprime los datos para poder comprobar si han sido proporcionados en forma correcta.
 - c.1 Resistencias y reactancias de líneas de transmisión y transformadores del sistema total.
 - c.2 Suceptancias de líneas y transformadores con Tap fuera del nominal del sistema total.
 - c.3 Potencia aparente neta de las barras del sistema exterior.
 - c.4 Voltajes de las barras del sistema exterior.
- d) Imprime los resultados.
 - d.1 Matriz admitancia de barra del sistema total, se imprime solo los valores distintos de cero.
 - d.2 Matriz admitancia de barra equivalente (YEQ), en las barras frontera.
 - d.3 Vector de potencia equivalente (SEQ), en las barras frontera.

d.4 Si el parámetro XX tiene el valor de 1, saldrá impreso la matriz auxiliar para la utilización del equivalente Ward Extendido.

VIII. Forma de utilizar el programa para obtener los diferentes modelos de equivalentes:

Utilizaremos para su explicación, el ejemplo del Sistema Nacional Interconectado.

a) Equivalente Ward con Inyecciones.- Se define los parámetros NA, NB, NC, ND, NN, NE, al indicador XX se le proporciona el valor de 0.
NA = 134; NB = 145; NC = 112; ND = 54;
NN = 3; NE = 7; XX = 0.

b) Equivalente Ward Amortiguado.- Para obtener este modelo, se cambia únicamente el valor del parámetro NN, añadiendo a su valor original el número de barras de generación del sistema externo que se quiere retener para formar la zona de amortiguación. (De esta manera, a estas barras el programa las considera como de frontera).

Así por ejemplo, si se desea mantener dos barras de generación del S.E., los parámetros quedan:

NA = 134; NB = 145; NC = 112; ND = 54;
NN = 5; NE = 7; XX = 0.

El máximo valor que se puede añadir al valor original de NN, es NE; en este caso se reten-

dría todas las barras de generación del S.E.

- c) Equivalente Ward Extendido.- Para obtener este modelo, se utiliza los valores de los parámetros asignados en el Ward Simple, únicamente se cambia el valor del indicador XX de cero a uno.
- NA = 134; NB = 145; NC = 112; ND = 54;
NN = 3; NE = 7; XX = 1.
- d) Equivalente REI.- Para obtener este modelo se procede de la siguiente forma:
- d.1 Se utiliza el programa auxiliar para calcular los parámetros de una red REI de un SEP, cuyo manual se detalla a continuación de éste.
- d.2 Al valor original de NA se le suma el número de barras ficticias, creadas para la obtención de las redes REI. En el trabajo, el programa auxiliar siempre crea dos redes REI, una de generación y una de carga, por lo tanto, el número de barras ficticias añadidas es 4, dos por cada red (un nodo R y un nodo C por cada red).
- d.3 Al valor original de NB se le suma el número de ramas calculadas con el programa auxiliar.
- d.4 Al valor original de NN (del Ward Simple) se añade el número de redes REI creadas, es decir, el número de nodos REI (R) creados, éstos nodos van a ser considerados como de frontera y son dos.

d.5 La numeración de las barras queda como sigue:

(ND + NN + 1) original pasa a ser la barra NA original + 3.

(ND + NN + 2) original pasa a ser la barra NA original + 4.

G1 NA original + 1

G2 NA original + 2

R1 pasa a ser ND + NN + 1

R2 pasa a ser ND + NN + 2

En el ejemplo del Sistema Nacional Interconectado, los parámetros quedan:

NA = 138; NB = 192; NC = 112; ND = 54;
NN = 5; NE = 7; XX = 0.

La barra 58 original pasa a ser la 137.

La barra 59 original pasa a ser la 138.

G1 pasa a ser la barra 135.

G2 pasa a ser la barra 136.

R1 pasa a ser la barra 58.

R2 pasa a ser la barra 59.

d.6 Las potencias de todas las barras del sistema externo son cero, a excepción de las barras R1 y R2. Las barras frontera permanecen con la potencia neta original.

d.7 Los voltajes de las barras G1 y G2, se asume de $1 \angle 0^\circ$.

d.8 Las ramas de las redes REI, se proporcionan al programa de la misma forma y con igual formato que las ramas del sistema original, tomando en cuenta la nueva numeración de las barras.

IX. Forma de utilizar los resultados de los modelos como datos en un programa de flujos de carga:

De la matriz de admitancia de barra equivalente (YEQ), se obtiene el valor de las admitancias ficticias entre las barras frontera.

Si se observa el ejemplo del Sistema Nacional Interconectado (YEQ),

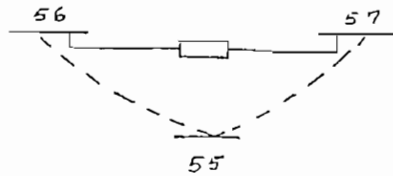
BARRA X	BARRA Y	ADMITANCIA	
55	55	-0.00047	-1015.72278
* 55	56	0.	0.
* 55	57	0.	0.
* 56	55	0.	0.
56	56	1.03176	-1003.71509
* 56	57	-1.03176	+ 3.71473
* 57	55	0.	0.
* 57	56	-1.03176	3.71473
57	57	1.03176	-12.41018

Los valores que nos interesan son solamente los señalados con (*), ya que es recomendable despreciar las admitancias Shunt, debido a que crea problemas en la convergencia del programa de flujos de carga. Se debe anotar que en la matriz, los elementos p-q son iguales a los elementos q-p, ya que existe una sola admitancia equivalente entre estas barras, de no ser así, existe error de entrada de datos.

Por lo tanto, las admitancias entre las barras frontera de este ejemplo son:

55 - 56 0.0 + j 0.0
55 - 57 0.0 + j 0.0
56 - 57 1.03176 - j 3.71473

Aquí se ha cambiado el signo en base al principio de la obtención de la matriz admitancia de barra. Las respuestas salen en por unidad.



Del vector de potencia equivalente (SEQ), en las barras frontera se obtiene las inyecciones netas de estas barras en por unidad.

En caso de obtener el equivalente Ward Extendido, la matriz auxiliar se utiliza de la siguiente forma: (siempre observando en el ejemplo del Sistema Nacional Interconectado).

BARRA X	BARRA Y	ADMITANCIA
* 55	55	0.11854 - j1019.17444
55	56	0.00000 + j 0.
55	57	0.00000 + j 0.
56	55	0.00000 + j 0.
* 56	56	1.98488 - j1009.60291
56	57	-0.79326 + j 2.38175
57	55	0.00000 + 0.
57	56	-0.79326 + j 2.38175
* 57	57	1.22431 - j 13.83051

Unicamente se escoge los valores marcados con (*), que son los valores que conectan las barras frontera con las barras ficticias de voltaje controlado, quedando la conexión de la siguiente forma:

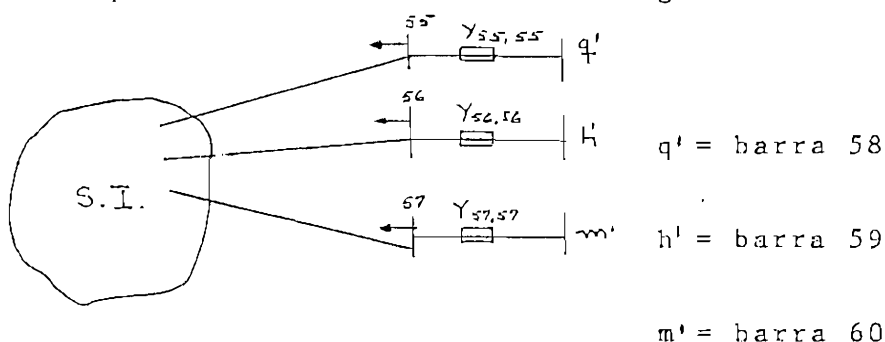


Fig. IX.1

Esquema del equivalente Ward Extendido en las barras frontera

Los resultados salen en por unidad.

X. Restricciones:

SISTEMA TOTAL	MAXIMO 160 BARRAS
	MINIMO 10 BARRAS
	MAXIMO 1000 (LINEAS + TRANSFORMADORES)
	MINIMO 10 (LINEAS + TRANSFORMADORES)
SISTEMA INTERNO	MAXIMO 130 BARRAS
	MINIMO 4 BARRAS
SISTEMA FRONTERA	MAXIMO 10 BARRAS
	MINIMO 2 BARRAS
SISTEMA EXTERNO	MAXIMO 140 BARRAS
	MINIMO 4 BARRAS

SISTEMA EXTERIOR = SISTEMA FRONTERA + SISTEMA
EXTERNO

MAXIMO 150 BARRAS

MINIMO 6 BARRAS

XI. Ejemplos:

Son detallados en el Capítulo V y los resultados
son expuestos en el Capítulo IV.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
TITULO		SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO EQUIVALENTE WARD EXTENDIDO																																																																																																	
PARAMETROS																																																																																																			
NA(I5) NB(I5) NC(I5) ND(I5) NE(I5) NF(I5)		XX(FA.1)																																																																																																	
134 145 112 54 3 7																																																																																																			
DATOS DEL SISTEMA																																																																																																			
BARRA-X BARRA-Y		IMPEDECANCIA DE LINEAS DEL SISTEMA TOTAL																																																																																																	
(I5) (I5)		RESISTENCIA																																																																																																	
108 111		(F14.9)																																																																																																	
		0.0626																																																																																																	
BARRA-X BARRA-Y		IMPEDANCIA DE TRANSFORMADORES DEL SISTEMA TOTAL																																																																																																	
(I5) (I5)		RESISTENCIA																																																																																																	
2 3		(F14.9)																																																																																																	
		0.011384615																																																																																																	
BARRA-X BARRA-Y		SUCEPTANCIA DE LINEAS DEL SISTEMA TOTAL																																																																																																	
(I5) (I5)		RESISTENCIA																																																																																																	
2 4		(F14.9)																																																																																																	
		0.088																																																																																																	
4 2		0.088																																																																																																	
BARRA-X BARRA-Y		SUCEPTANCIA DE TRANSFORMADORES DEL SISTEMA TOTAL																																																																																																	
(I5) (I5)		CON TIAF FUERA DEL NOMINAL																																																																																																	
2 3		(F14.9)																																																																																																	
		-2.195945946																																																																																																	
3 2		2.252252252																																																																																																	
CARACTERES ALFA NUMERICOS NECESARIOS EN EL PROGRAMA																																																																																																			
POTENCIAS METAS DE BARRA DEL SISTEMA EXTERIOR (3 BARRAS POR TARJETA)																																																																																																			
PNTA		PNTA																																																																																																	
(F9.5)		(F9.5)																																																																																																	
-0.161		0.0																																																																																																	
		0.10																																																																																																	
		-0.116																																																																																																	
		10.051																																																																																																	

2. MANUAL DE USO DEL PROGRAMA PARA CALCULAR LOS PARAMETROS DE UNA RED REI, DE UN S.E.P. NECESARIOS PARA LA OBTENCIÓN DEL EQUIVALENTE REI

I. Objetivo:

Calcula los parámetros de una red REI de un SEP, para luego utilizar el programa de equivalentes externos y poder obtener el "Equivalente R.E.I."

II. Método de Solución:

Agrupar los nodos activos de un SEP en nodos de generación y en nodos de carga, y calcular los parámetros de la red REI para cada grupo en un punto de operación determinado.

III. Descripción del Programa:

Programa Principal.- Lee los parámetros de entrada y verifica que estén dentro de los límites.

Subrutinas.- El programa consta de 6 subrutinas que básicamente realizan:

SUBROUTINA LEER: lee los datos del sistema en estudio; potencias netas y voltajes de las barras del sistema exterior.

SUBROUTINA CONJ: Calcula la conjugada de vectores complejos.

SUBROUTINA CORI: Calcula el vector de corrientes netas inyectadas en las barras (vector complejo).

SUBROUTINA IMPRI1: Imprime los datos del sistema; potencias netas y voltajes de las barras del sistema exterior.

Imprime resultados; voltajes y potencias de las barras REI y admitancias entre las barras ficticias creadas.

SUBROUTINA IMPRI2: Imprime resultados; admitancias desde los nodos activos del sistema hacia las barras ficticias creadas.

SUBROUTINA REI: Calcula los parámetros de la red REI de un S.E.P.

IV. Nomenclatura de las Variables de Entrada:

Para la utilización del programa se necesita las dimensiones del sistema (parámetros del programa), y los datos de potencias netas de voltajes de barra del sistema exterior.

IV.1 Parámetros de entrada del programa.-

W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, W13, W14, W15 caracteres alfanuméricos, en su campo va el título del sistema.

N: Número de barras del sistema exterior
SISTEMA EXTERIOR = SISTEMA FRONTERA + SISTEMA EXTERNO
Variable interna
 $6 \leq N \leq 150$

NN: Número de barras del SISTEMA FRONTERA.

Variable entera

$$2 \leq NN \leq 10 \qquad NN < N$$

N1: Número de barras de generación del SISTEMA EXTERNO.

Variable entera

$$0 \leq N1 \leq 140$$

ND: Número de barras del SISTEMA INTERNO.

Variable entera

$$4 \leq ND \leq 130$$

IV.2 Datos del sistema.-

S (I) Potencia neta de la barra I del S. exterior

Variable compleja

V (I) Voltaje de la barra I del S. exterior

Variable compleja

MAS - MENOS caracteres alfanuméricos (+, -)

R1, R2 caracteres alfanuméricos (G1,G2)

V. Pasos a Seguirse para poder Proporcionar los Parámetros y Datos al Programa:

La numeración del sistema frontera y del sistema externo, se mantiene igual que en el programa de Redes Equivalentes.

A partir de un flujo de carga del caso base, se obtiene las potencias netas de barra y los voltajes de barra y se les coloca en por unidad si no están.

VI. Forma de Proporcionar los Parámetros y Datos al Programa:

Los tipos de formatos para los parámetros y datos de entrada, se detallan en las hojas codificadas.

VII. VARIABLES DE SALIDA:

El programa proporciona lo siguiente:

- a) Los límites del programa;
En caso de existir error en la entrada de los parámetros, éstos salen impresos con su respectivo mensaje y el programa se para.
- b) Si no existe error en la entrada de los parámetros, éstos salen impresos con su especificación respectiva.
- c) Imprime los datos para poder comprobar si han sido proporcionados en forma correcta.
 - c.1 Potencia aparente neta de las barras del sistema exterior.
 - c.2 Voltajes de las barras del sistema exterior.
- d) Imprime los resultados;
 - d.1 Voltaje en las barras REI (R) de la red de carga y de la red de generación.
 - d.2 Potencias netas en las barras REI (R) de la red de carga y de la red de generación.
 - d.3 Las admitancias entre las barras ficticias creadas para la red REI de generación

- (YR1G1), y para la red REI de carga (YR2G2).
- d.4 Las admitancias entre los nodos activos de generación del sistema externo y el nodo ficticio G1 de la red REI de generación.
 - d.5 Las admitancias entre los nodos activos de carga del sistema externo y el nodo ficticio G2 de la red REI de carga.

VIII. Forma de Utilizar los Resultados como datos del Programa de Redes Equivalentes:

Los datos obtenidos se proporciona al programa de redes equivalentes de igual forma, y con los mismos formatos como se detallan en el manual respectivo.

IX. Restricciones:

SISTEMA INTERNO	MAXIMO 130 barras
	MINIMO 4 barras

SISTEMA FRONTERA	MAXIMO 10 barras
	MINIMO 2 barras

SISTEMA EXTERNO	MAXIMO 140 barras
	MINIMO 4 barras

SISTEMA EXTERIOR = SISTEMA EXTERNO + SISTEMA FRONTERA	
	MAXIMO 150 barras
	MINIMO 6 barras

X. Ejemplos:

Van detallados en el Capítulo IV.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74
 7 1 7 0 0
 SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO REDES R. E. I.
 PARAMETROS
 N(I 5) NN(I 5) N(I 5) N(D I 5)
 3 7 14
 DATOS DEL SISTEMA
 POTENCIAS NETAS DE BARRA DEL SISTEMA EXTERIOR (3 BARRAS POR TARJETA)
 P_{DATA} Q_{DATA} P_{DATA} Q_{DATA}
 (F 9. 5) (F 9. 5) (F 9. 5) (F 9. 5)
 -0.161 0.089 0.0 0.0
 0.0 0.0 0.0 0.0
 -0.1106 -0.051
 -0.1106 -0.051

VOLTAJES DE BARRA DEL SISTEMA EXTERIOR (3 BARRAS POR TARJETA)
 VOLTAGE REAL (F 11. 8) (F 11. 8) (F 11. 8)
 MAGINARIA (F 11. 8) (F 11. 8) (F 11. 8)
 0.80115943 -0.64414872 0.73117414 -0.66298823 0.78573859 -0.62500470
 MAGINARIA REAL
 (F 11. 8) (F 11. 8) (F 11. 8) (F 11. 8) (F 11. 8) (F 11. 8)
 0.80115943 -0.64414872 0.73117414 -0.66298823 0.78573859 -0.62500470

LOS VOLTAJES Y POTENCIAS VAN DESDE (ND+1) --- (HASTA (NA))
 CARACTERES ALFA NUMERICOS DEL PROGRAMA

→ (2A1)
 → (2A2)

A N E X O I I I

FUNDAMENTOS TEORICOS DEL EQUIVALENTE REI

El análisis nodal del sistema real (una malla eléctrica), es transformada en un simple y estandarizado sistema, para este fin, dos conceptos figurativos son usados:

LA MALLA REI: El concepto REI guía a una malla reducida estandarizada, la cual es radical (R), equivalente (E) al resto del sistema e independiente (I) de cualquier otra circunstancia.

IMAGEN NODAL: Es un diagrama de la superposición de efectos en el nodo central de la malla REI.

La topología de cualquier sistema de potencia, puede ser dividida en dos componentes:

- a) La parte lineal del sistema corresponde a las ramas del circuito (impedancias, transformadores, auto-transformadores, admitancias shunt, estos últimos que conectan los nodos de la parte lineal con el nodo de tierra o referencia), que tienen una relación lineal entre la corriente que fluye a través de ella y el voltaje entre sus nodos terminales.
- b) La parte no lineal del sistema corresponde a los componentes que no pueden ser considerados como una simple relación de voltajes y corrientes (generadores y cargas) se localizan sin excepción entre el nodo referencia y la parte lineal.

L: Parte lineal del SEP
B: Elementos no lineales
C: Ramas lineales conectadas
al nodo neutro

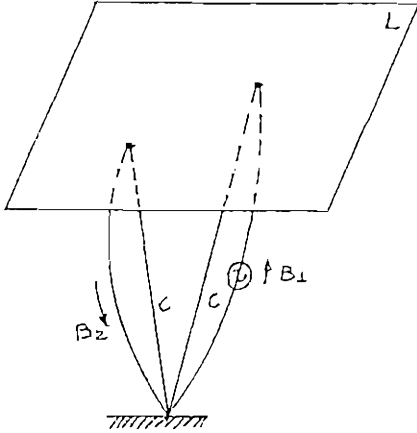


Fig. A.III.1

Esquema del SEP representando ramas LINEALES
CONECTADAS AL NEUTRO Y ELEMENTOS NO LINEALES

1) EQUIVALENTE REI CON SIMPLE INYECCION DE POTENCIA
(GENERACION Y/O CARGA) DE UN SEP

La figura A.III.2, muestra de una manera muy simplificada, la malla inicial en la cual se especifican marcados con "a" los nodos activos (de generación y carga). Las corrientes de nodo (elementos no lineales) no son explícitamente mostradas.

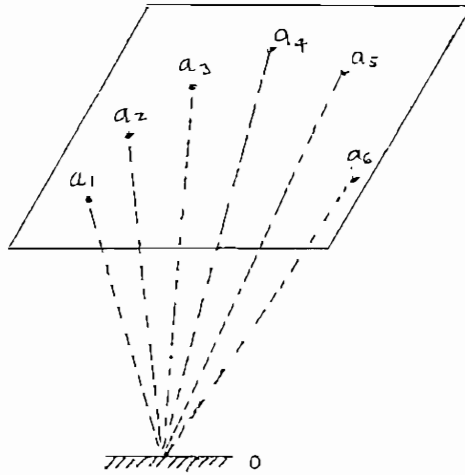
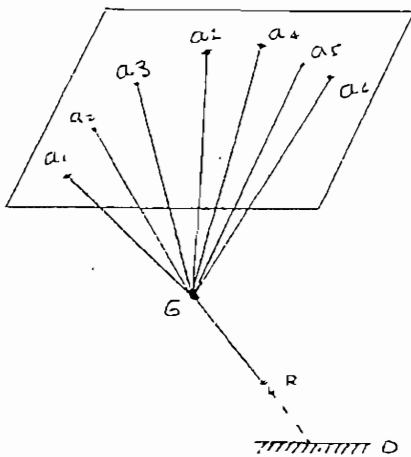


Fig. A.III.2

Esquema simplificado de representación de un SEP, especificando nodos activos

En la Fig. A.III.3, todos los generadores y cargas han sido reemplazados por las impedancias correspondientes para el estado de referencia conocido, es decir, añadimos ramas lineales al sistema original así:



$$Y_{aig} = \frac{I_{ai}}{V_g - V_{ai}} \quad (A-III-1)$$

$$\text{Siendo } I_{ai} = \frac{(S_{ai})^*}{V_{ai}}$$

G Nodo ficticio añadido (A-III-2)
R Nodo ficticio añadido

Fig. A.III.3

Esquema de un SEP en el que han sido reemplazados los nodos activos por impedancias

La primera operación realizada es introducir el nodo, G que es común para las ramas lineales añadidas a la Fig. A.III.2, y separar éste del nodo de tierra. Esto significa añadir a la malla inicial una red lineal que representa todas las cargas y generadores de la malla, alcanzando el aspecto presentado en la Fig. A.III.4.

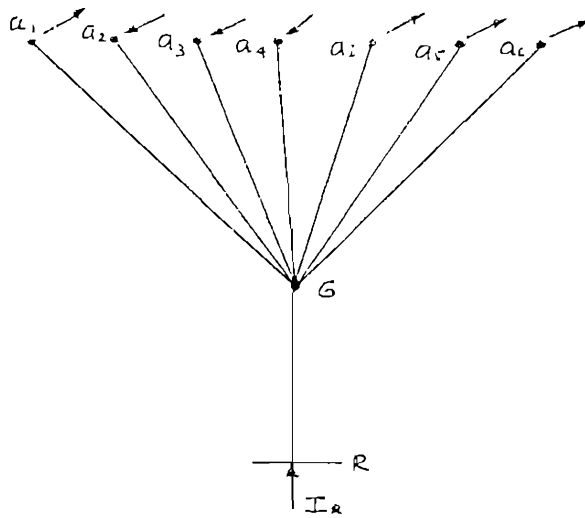


Fig. A.III.4

N REI

Malla añadida a la red lineal en función a obtener un nodo equivalente

Luego añadimos el nodo R y le unimos mediante una rama al nodo común G, calculando de la siguiente manera:

$$Y_{rg} = -\frac{I_r}{V_g - V_r} \quad (\text{A.III.3})$$

$$\text{Siendo } I_r = \left(\frac{S_r}{V_r}\right)^* \quad (\text{A.III.4})$$

$$y \quad S_r = \sum_{i=1}^n S_{ai} \quad (\text{A.III.5})$$

De esta manera, los nodos activos se los transforma en pasivos. Las admitancias Y_{aig} son calculadas o escogidas de tal forma que la inyección S_r , se distribuye exactamente a cada barra i , con los mismos flujos de potencia activa y reactiva como antes de la obtención de la malla REI añadida al SEP. Por lo tanto, al hacer cualquier estudio del sistema, éste tiene un comportamiento similar al de la malla original.

La rama Y_{rg} es calculada en función a cancelar las pérdidas de potencia activa y reactiva, causadas por I_r al repartirse por las ramas Y_{aig} (entre los nodos activos y el punto común G), por lo que la red REI (N REI) Fig. A.III.4, añadida al SEP es una malla sin pérdidas, cumpliendo,

$$\frac{I_r^2}{Y_{rg}} = \sum_{i=1}^n \frac{I_{aig}^2}{Y_{aig}} \quad (\text{A.III.6})$$

En la malla REI, las admitancias y las corrientes de nodo I_{ai} , corresponden al estado de referencia.

Los nuevos nodos R y G son añadidos considerando la correspondencia entre los términos de las ecuaciones de la matriz y la geometría de la malla. Esto significa que la matriz $[Y_{BUS}]$ es completada por dos filas y dos columnas, como sigue:

$$[Y_{BUS}]_{NUEVA} = \begin{array}{c} \begin{array}{cc|cc} & & G & R \\ \hline Y_{11} & \dots & Y_{1n} & Y_{1G} & 0 \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ Y_{n1} & \dots & Y_{nn} & Y_{nG} & 0 \\ \hline G & Y_{G1} & \dots & Y_{Gn} & Y_{GG} & Y_{GR} \\ \hline R & 0 & \dots & 0 & Y_{RG} & Y_{RR} \end{array} \end{array} \quad (A.III.7)$$

Considerando la nueva correspondencia entre los términos de la ecuación anterior y la topología de la malla, se puede establecer una simple inyección de potencia (activa y reactiva), presentada en la Fig. A.III.4.

Por lo tanto, se puede decir que las redes REI se obtienen a partir de un sistema de ecuaciones nodales, al encontrar la correspondencia con la geometría de esta malla.

Se puede encontrar una red REI para cualquier sistema eléctrico de potencia, o para una parte de éste, además se puede encontrar varias redes REI para cualquier sistema, agrupando bajo ciertos criterios los nodos activos. Por ejemplo, en un grupo los nodos de generación y en otro grupo los nodos de carga, o se les puede agrupar por regiones como vemos en las siguientes figuras:

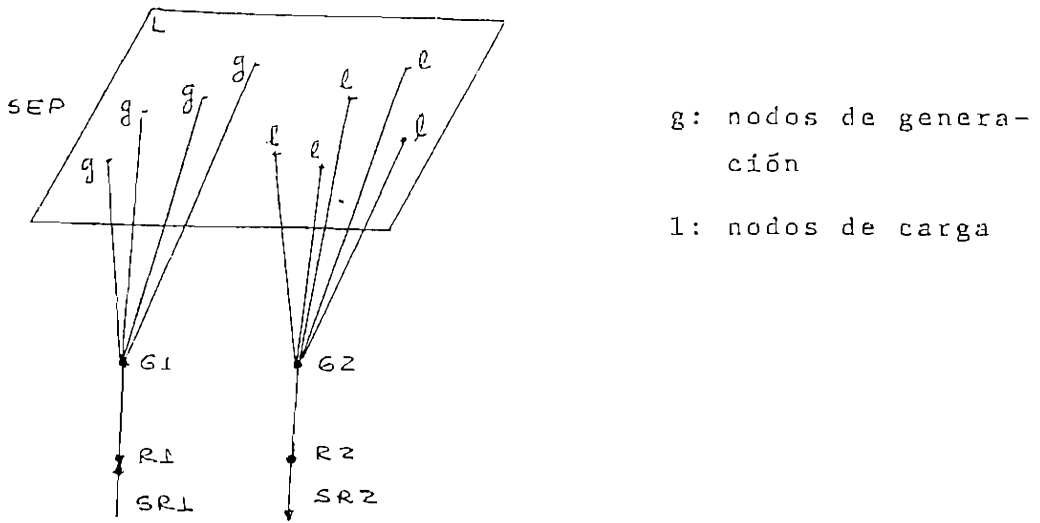


Fig. A.III.5

Esquema de un SEP añadido dos REDES REI (una de carga y una de generación)

También un nodo activo puede pertenecer a dos redes REI, por ejemplo si existe generación y carga en una barra

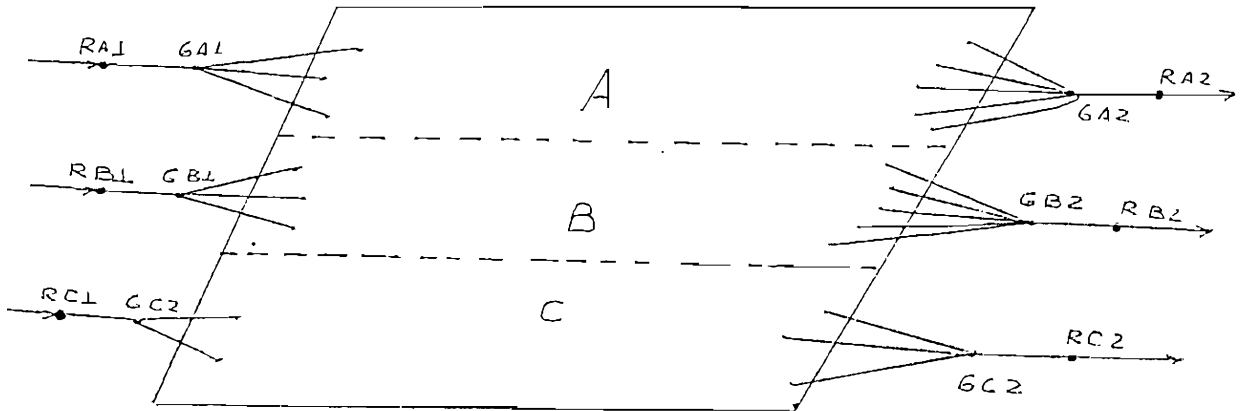


Fig. A.III.6

Esquema de un SEP dividido en regiones y añadido dos redes REI por cada región

La aplicación REI de DIMO es simple, efectiva y potencialmente útil en un variado rango de aplicaciones. La idea básica puede adaptarse para cubrir muchas situaciones diferentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] J.B. Ward, "Equivalent Circuits for Power Flow Studies", AIEE Transactions, Vol. 68, pp 373-383, 1949.
- [2] H. Durán and Arvanitidis, "Simplification for Area Security Analysis: A New Look at Equivalence", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 91, pp 670-679, 1972.
- [3] W.F. Tinney and W.L. Powell, "The REI Approach to Power Network Equivalents", Proc. PICA Conference, Toronto, pp 314-320, Mayo 1977.
- [4] E. C. Housos, G. Irisarri, R. M. Porter, and A.M. Sasson, "Steady State Network Equivalents for Power System Planning Applications", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 99, pp 2113-2120, Noviembre/Diciembre 1980.
- [5] D. Gelopoulos and S. Lightfoot, "Realistic Reduction of Nonlinear Networks", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 97, pp 495-503, Marzo/Abril 1978.
- [6] T.E. Dy Liacco, S.C. Savulescu, and K.A. Ramarao, "An On-line Topological Equivalent of a Power System", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 97, pp 1550-1563, Septiembre/Octubre 1978.

- [7] A. Monticelli, S. Deckmann, A. García, and B. Stott, "Real Time External Equivalents for Static Security Analysis", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 98, pp 498-508, Marzo/Abril 1979.
- [8] F.C. Aschmoneint and J.F. Verstege, "An External System Equivalent for On-line Steady - State Generator Outage Simulation", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 98, pp 770-779, Mayo/Junio 1979.
- [9] J.F. Dopazo, G. Irisarri, A.M. Sasson, "Real-Time External System Equivalent for On-line Contingency Analysis", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 98, pp 2153-2171, Noviembre/Diciembre 1979.
- [10] S. Deckmann, A. Pizzolante, A. Monticelli, B. Stott, and O. Alsac, "Numerical Testing of Power System Load Flow Equivalents", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 69, pp 2292-2300, Noviembre/Diciembre 1980.
- [11] S. Deckmann, A. Pizzolante, A. Monticelli, B. Stott, and O. Alsac, "Studies on Power System Load Flow Equivalencing", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 99, pp 2301-2310, Noviembre/Diciembre 1980.
- [12] E. Housos and G. Irisarri, "Real-Time Results with On-line Network Equivalents for Control Center Applications", American Electric Power Service Corporation.

- [13] F.L. Alvarado and E.H. Elkonyaly, "Reduction in Power Systems", The University of Wisconsin - Madison.

- [14] S.C. Savulescu, T.E. Dy Liacco, C. Goldenberg, "Criterio for the Selection of Essential Nodes".

- [15] F.L. Alvarado, "Determination of External System Topology Errors", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 100, pp 4553-4561, Noviembre 1981.

- [16] J.S. Lawyer and R.A. Schlueter, "Computational Algorithms for Constructing Modal - Coherent Dynamic Equivalents".

- [17] R.A.N. van Amerogen and H.P. van Meeteren, "A Generalised Ward Equivalent for Security Analysis", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 101, pp 1519-1526, Junio 1982.

- [18] R. Alvarez y S. Sánchez, "Equivalentes en Estado Estable para Estudios de Sistemas de Potencia".

- [19] C. Argüello, "Representación del Sistema para Análisis de Contingencias y Flujos de Potencia, Equivalentes Externos".

- [20] Dimo P., "Nodal Analysis of Power Systems", Abacuss Press, England 1975.

- [21] S. Sánchez, "Review of Steady State Network Equivalents for Power System Studies", Junio 1982.