

## **APENDICE A**

Se presentan en este apéndice varios conceptos de topología y los principios de un algoritmo de observabilidad topológica.

## A.1 Conceptos de topología

En la aplicación de algoritmos de observabilidad topológica se manejan los siguientes conceptos:

Grafo de la red (G): Es el esquema unifilar de un sistema de potencia de  $N$  nodos y  $L$  ramas, donde los vértices del grafo corresponden a los nodos del sistema y las aristas corresponden a las ramas del sistema.

Sub-grafo (S): Es una parte del grafo  $G$ .

Sub-grafo cerrado de S: Es un sub-grafo de  $G$ , cuyos nodos son todos los nodos del sub-grafo  $S$  y cuyas ramas son todas las ramas del sub-grafo  $S$  y todas las ramas del grafo  $G$  que forman un lazo cerrado con las ramas de  $S$ .

Arbol: Es un sub-grafo conectado de  $G$ .

Asignación de una medición a una rama: Una medición de flujo de potencia localizada en una rama se asigna solamente a esta rama. Una medición de inyección en un nodo se asigna a una de las ramas que están vinculadas con dicho nodo.

Sub-grafo (árbol) de rango completo: Es un sub-grafo (árbol) cuyas ramas tienen una correspondencia uno a uno con las mediciones de potencia (flujos e inyecciones).

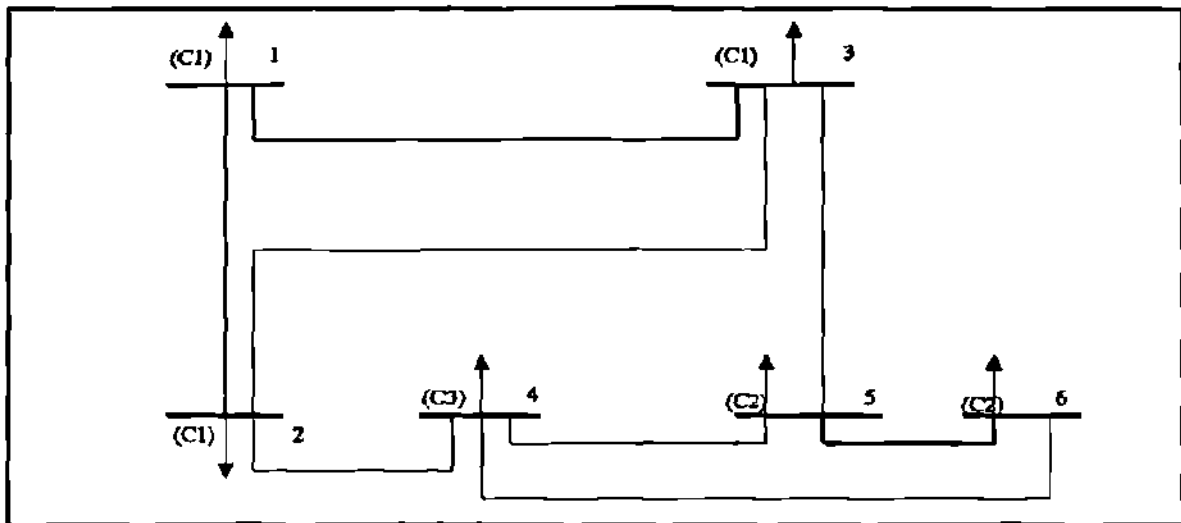
Arbol observable: Es un árbol de rango completo que contiene todos los nodos del grafo.

Clases equivalentes de un grafo: Sea un grafo  $G$  y el sub-grafo  $S$ : Dos nodos pertenecen a la misma clase equivalente si y sólo si entre estos nodos existe un camino exclusivamente compuesto por ramas que pertenezcan a  $S$ . Un nodo  $G$  que no tenga ramas incidentes que pertenezcan a  $S$ , nodo aislado, pertenece a una clase.

De estos conceptos surge la propiedad de las clases equivalentes, en la cual se basa el

algoritmo de observabilidad topológica: "Un sub-grafo S contiene un árbol con todos los nodos si y sólo si define una clase equivalente"

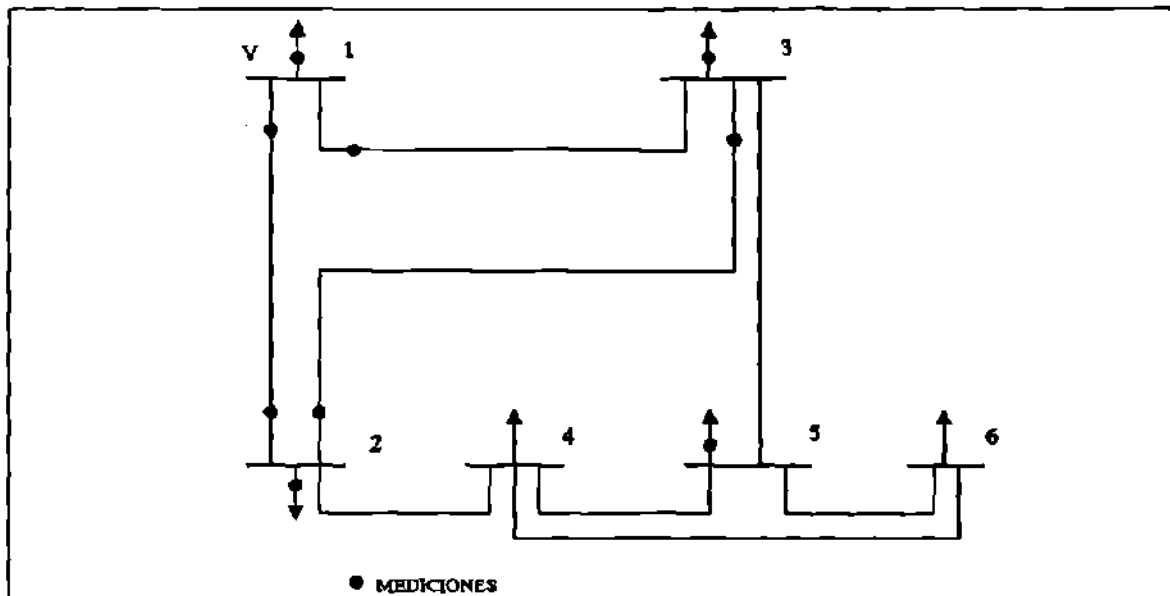
En la Figura A.1 se presenta un esquema unifilar que define tres clases equivalentes



*Fig. A.1 Esquema unifilar con tres clases equivalentes*

Se presenta el siguiente ejemplo de determinación topológica de observabilidad de acuerdo a las ideas anteriores. Se tiene una medición de voltaje y mediciones de flujo e inyecciones nodales. En el esquema de medición se supone que las mediciones de flujo e inyecciones se presentan en pares de valores activos y reactivos.

El criterio para determinar topológicamente la observabilidad de un sistema de potencia es el siguiente: el sistema es topológicamente observable, respecto a un conjunto dado de mediciones, si y sólo si existe en el grafo de la red un árbol de rango



*Fig. A.2.- Esquema unifilar de un sistema de potencia con mediciones*

completo que contenga todos los nodos del sistema; árbol observable.

Al aplicar los conceptos anteriores se encuentra que el sistema de la Figura A.2 es topológicamente observable.

Relacionando el enunciado anterior con la propiedad de las clases equivalentes, puede asegurarse que si el sub-grafo construido con mediciones de flujos de potencia e inyecciones nodales define una sola clase equivalente, el sub-grafo es un árbol observable, esto implica que el sistema es observable topológicamente.

## A.2 Algoritmo

El algoritmo para determinar observabilidad se sustenta en un proceso de asignación de mediciones a las diversas ramas del grafo en estudio.

Tratamiento de las mediciones de flujo. Las mediciones de flujo se asignan a las ramas donde se realiza la medición. Se forma entonces un sub-grafo Sf del sistema eléctrico, cuyas ramas son aquellas provistas con mediciones de flujo.

Tratamiento de las mediciones de inyección. Se debe conocer a qué ramas es posible asignarle la medición de inyección. Con este propósito se confecciona una lista para cada medición de inyección de todas las ramas incidentes al nodo pero no contenidas en el sub-grafo cerrado Sf, es decir que no se deben incluir en la lista ni las ramas con mediciones de flujo, ni las ramas que forman lazos cerrados con las mismas.

## **APENDICE B**

Se presenta una aplicación práctica del algoritmo de observabilidad algebraica con la zona Coahuila del Area de Control Noreste de CFE.

A modo de ilustración se aborda el problema de observabilidad para el esquema de medición de la zona Coahuila del Area de Control Noreste de la Comisión Federal de Electricidad mostrado en la Fig. B.1. Las mediciones activas y reactivas de flujos se presentan en pares.

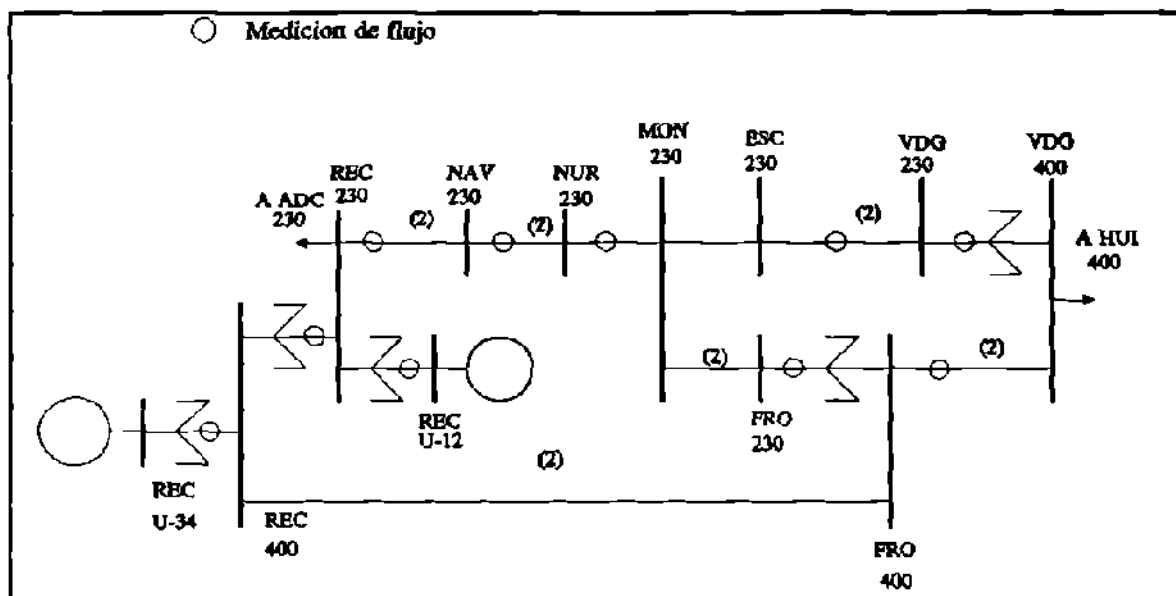


Fig. B.1.- Zona del Área de Control Noreste en CFE

- Paso 1.- El esquema de medición del sistema mostrado consiste de catorce mediciones de potencia activa y reactiva en flujos de líneas. La matriz jacobiana es la siguiente:
- Paso 2.- Se actualiza el sistema removiendo las siguientes ramas que carecen de medición.
- MON-ESC-230  
 MON-FRO-230  
 REC-FRO-230
- Paso 3.- A partir de lo anterior se elabora la matriz de ganancia GP correspondiente:

$$FP = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$GP = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -1 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 3 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & -1 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

Al realizar el proceso de eliminación gaussiana en la expresión anterior se encuentran dos pivotes iguales a cero en los nodos REC-U34 y ESC-230. Lo anterior es indicativo que el sistema se encuentra separado en más de una isla observable. La incorporación de dos seudomediciones de ángulo en los nodos anteriores conduce a la siguiente matriz de ganancia.



$$GP = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -1 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 3 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & -1 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$$

Paso 5.- Se resuelve el problema de estimación de estado en su versión de corriente directa (DC)  $GP \hat{\theta} = H_{p0}^T W_p Z_p$ . Aquí las mediciones del vector  $Z$  son igualadas a cero a excepción de las mediciones de ángulo nodal, las cuales toman los siguientes valores  $\theta(\text{REC-U34})=0$  y  $\theta(\text{ESC-230})=1$ . El vector de estado solución en la expresión anterior es:

$$\hat{\theta} = [0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,1]$$

Paso 6.- Se calculan los flujos de la red de acuerdo a la solución  $\hat{\theta}$  en la ecuación anterior. Los flujos de los dos sistemas observables en los cuales se encuentra dividido el sistema toman un valor de cero.

## **APENDICE C**

Se presentan en este Apéndice las matrices de Sensitividad Típicas activa y reactiva.

TABLA C.1.1 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA ACTIVA

	REC-FRO-400	FRO-REC-400	REC-NAV-230	NAV-REC-230	NAV-NUR-230	NUR-NAV-230
REC-FRO-400	*0.5672	0.4328	-0.0282	0.0282	-0.0831	0.0831
FRO-REC-400	0.4328	*0.5672	0.0282	-0.0282	0.0831	-0.0831
REC-NAV-230	-0.0070	0.0070	*0.5030	0.4970	0.0088	-0.0088
NAV-REC-230	0.0070	-0.0070	0.4970	*0.5030	-0.0088	0.0088
NAV-NUR-230	-0.0208	0.0208	0.0088	-0.0088	*0.5259	0.4741
NUR-NAV-230	0.0208	-0.0208	-0.0088	0.0088	0.4741	*0.5259
NUR-MON-230	-0.0768	0.0768	0.0325	-0.0325	0.0959	-0.0959
MON-NUR-230	0.0768	-0.0768	-0.0325	0.0325	-0.0959	0.0959
MON-ESC-230	-0.0041	0.0041	0.0017	-0.0017	0.0051	-0.0051
ESC-MON-230	0.0041	-0.0041	-0.0017	0.0017	-0.0051	0.0051
ESC-VDG-230	-0.0004	0.0004	0.0001	-0.0002	0.0004	-0.0004
VDG-ESC-230	0.0004	-0.0004	-0.0001	0.0002	-0.0004	0.0004
FRO-VDG-400	0.0086	-0.0086	-0.0039	0.0039	-0.0116	0.0116
VDG-FRO-400	-0.0086	0.0086	0.0039	-0.0039	0.0116	-0.0116
FRO-MON-230	0.0009	-0.0009	-0.0004	0.0004	-0.0012	0.0012
MON-FRO-230	-0.0009	0.0009	0.0004	-0.0004	0.0012	-0.0012
REC 400/230	-0.0049	0.0049	0.0021	-0.0021	0.0062	-0.0062
REC 230/400	0.0049	-0.0049	-0.0021	0.0021	-0.0062	0.0062
REC 400/U34	0	0	0	0	0	0
REC U34/400	0	0	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	0	0	0	0
REC U12/230	0	0	0	0	0	0
FRO 400/230	0.0488	-0.0488	-0.0209	0.0209	-0.0617	0.0617
FRO 230/400	-0.0488	0.0488	0.0209	-0.0209	0.0617	-0.0617
VDG 400/230	0.0095	-0.0095	-0.0040	0.0040	-0.0118	0.0118
VDG 230/400	-0.0095	0.0095	0.0040	-0.0040	0.0118	-0.0118
FRO 400	0.4902	-0.4902	0.0033	-0.0033	0.0098	-0.0098
REC U12	0	0	0	0	0	0

TABLA C.1.2 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA ACTIVA

	NUR-MON-230	MON-NUR-230	MON-ESC-230	ESC-MON-230	ESC-VDG-230	VDG-ESC-230
REC-FRO-400	-0.3074	0.3074	-0.0657	0.0657	-0.0057	0.0057
FRO-REC-400	0.3074	-0.3074	0.0657	-0.0657	0.0057	-0.0057
REC-NAV-230	0.0325	-0.0325	0.0069	-0.0069	0.0006	-0.0006
NAV-REC-230	-0.0325	0.0325	-0.0069	0.0069	-0.0006	0.0006
NAV-NUR-230	0.0959	-0.0959	0.0205	-0.0205	0.0018	-0.0018
NUR-NAV-230	-0.0959	0.0959	-0.0205	0.0205	-0.0018	0.0018
NUR-MON-230	*0.8550	0.1450	0.0759	-0.0759	0.0066	-0.0066
MON-NUR-230	0.1450	*0.8550	-0.0759	0.0759	-0.0066	0.0066
MON-ESC-230	0.0190	-0.0190	*0.7591	0.2409	0.0226	-0.0226
ESC-MON-230	-0.0190	0.0190	0.2409	*0.7591	-0.0226	0.0226
ESC-VDG-230	0.0016	-0.0016	0.0226	-0.0226	*0.5020	0.4980
VDG-ESC-230	-0.0016	0.0016	-0.0226	0.0226	0.4980	*0.5020
FRO-VDG-400	-0.0428	0.0428	-0.5835	0.5835	-0.0508	0.0508
VDG-FRO-400	0.0428	-0.0428	0.5835	-0.5835	0.0508	-0.0508
FRO-MON-230	-0.0043	0.0043	0.0097	-0.0097	0.0008	-0.0008
MON-FRO-230	0.0043	-0.0043	-0.0097	0.0097	-0.0008	0.0008
REC 400/230	0.0229	-0.0229	0.0049	-0.0049	0.0004	-0.0004
REC 230/400	-0.0229	0.0229	-0.0049	0.0049	-0.0004	0.0004
REC 400/U34	0	0	0	0	0	0
REC U34/400	0	0	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	0	0	0	0
REC U12/230	0	0	0	0	0	0
FRO 400/230	-0.2282	0.2282	0.5107	-0.5107	0.0445	-0.0445
FRO 230/400	0.2282	-0.2282	-0.5107	0.5107	-0.0445	0.0445
VDG 400/230	-0.0438	0.0438	-0.5984	0.5984	-0.0521	0.0521
VDG 230/400	0.0438	-0.0438	0.5984	-0.5984	0.0521	-0.0521
FRO 400	0.0364	-0.0364	-0.0071	0.0071	-0.0003	0.0006
REC U12	0	0	0	0	0	0

TABLA C.1.3 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA ACTIVA

	FRO-VDG-400	VDG-FRO-400	FRO-MON-230	MON-FRO-230	REC 400/230	REC 230/400
REC-FRO-400	0.0086	-0.0086	0.0150	-0.0150	-0.0793	0.0793
FRO-REC-400	-0.0086	0.0086	-0.0150	0.0150	0.0793	-0.0793
REC-NAV-230	-0.0001	0.0010	-0.0016	0.0016	0.0084	-0.0084
NAV-REC-230	0.0001	-0.0010	-0.0016	-0.0016	-0.0084	0.0084
NAV-NUR-230	-0.0029	0.0029	-0.0047	0.0047	0.0247	-0.0247
NUR-NAV-230	0.0029	-0.0029	0.0047	-0.0047	-0.0247	0.0247
NUR-MON-230	-0.0107	0.0107	-0.0173	0.0173	0.0915	-0.0915
MON-NUR-230	0.0107	-0.0107	0.0173	-0.0173	-0.0915	0.0915
MON-ESC-230	-0.0365	0.0365	0.0100	-0.0097	0.0049	-0.0049
ESC-MON-230	0.0365	-0.0365	-0.0100	0.0097	-0.0049	0.0049
ESC-VDG-230	-0.0032	0.0008	0.0008	-0.0008	0.0004	-0.0004
VDG-ESC-230	0.0032	-0.0008	-0.0008	-0.0008	-0.0004	0.0004
FRO-VDG-400	*0.5827	0.4172	-0.0218	0.0218	-0.0110	0.0110
VDG-FRO-400	0.4172	*0.5827	0.0218	-0.0218	0.0110	-0.0110
FRO-MON-230	-0.0014	0.0014	*0.5006	0.4993	-0.0011	0.0011
MON-FRO-230	0.0014	-0.0014	0.4993	*0.5006	0.0011	-0.0011
REC 400/230	-0.0007	0.0007	-0.0011	0.0011	*0.5059	0.4941
REC 230/400	0.0007	-0.0007	0.0011	-0.0011	0.4941	*0.5059
REC 400/U34	0	0	0	0	0	0
REC U34/400	0	0	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	0	0	0	0
REC U12/230	0	0	0	0	0	0
FRO 400/230	-0.0712	0.0712	0.0343	-0.0343	-0.0588	0.0588
FRO 230/400	0.0712	-0.0712	-0.0343	0.0343	0.0588	-0.0588
VDG 400/230	0.0842	-0.0842	-0.0223	0.0223	-0.0113	0.0113
VDG 230/400	-0.0842	0.0842	0.0223	-0.0223	0.0113	-0.0113
FRO 400	-0.4971	0.4971	-0.0024	0.0024	0.0094	-0.0094
REC U12	0	0	0	0	0	0

TABLA C.1.4 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA ACTIVA

	REC 400/U34	REC U34/400	REC 230/U12	REC U12/230	FRO 400/230	FRO 230/400
REC-FRO-400	0	0	0	0	0.0488	-0.0488
FRO-REC-400	0	0	0	0	-0.0488	0.0488
REC-NAV-230	0	0	0	0	-0.0052	0.0052
NAV-REC-230	0	0	0	0	0.0052	-0.0052
NAV-NUR-230	0	0	0	0	-0.0154	0.0154
NUR-NAV-230	0	0	0	0	0.0154	-0.0154
NUR-MON-230	0	0	0	0	-0.0570	0.0570
MON-NUR-230	0	0	0	0	0.0570	-0.0570
MON-ESC-230	0	0	0	0	0.0319	-0.0319
ESC-MON-230	0	0	0	0	-0.0319	0.0319
ESC-VDG-230	0	0	0	0	0.0028	-0.0028
VDG-ESC-230	0	0	0	0	-0.0028	0.0028
FRO-VDG-400	0	0	0	0	-0.0712	0.0712
VDG-FRO-400	0	0	0	0	0.0712	-0.0712
FRO-MON-230	0	0	0	0	0.0021	-0.0021
MON-FRO-230	0	0	0	0	-0.0021	0.0021
REC 400/230	0	0	0	0	-0.0037	0.0037
REC 230/400	0	0	0	0	0.0037	-0.0037
REC 400/U34	*0.5000	0.5000	0	0	0	0
REC U34/400	0.5000	*0.5000	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	*0.5370	0.4630	0	0
REC U12/230	0	0	0.4630	*0.5370	0	0
FRO 400/230	0	0	0	0	*0.6140	0.3860
FRO 230/400	0	0	0	0	0.3860	*0.6140
VDG 400/230	0	0	0	0	-0.0737	0.0737
VDG 230/400	0	0	0	0	0.0737	-0.0737
FRO 400	0	0	0	0	-0.5060	0.5060
REC U12	0	0	0.4630	-0.4630	0	0

TABLA C.1.5 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA ACTIVA

	VDG 400/230	VDG 230/400	FRO 400	REC U12
REC-FRO-400	0.0095	-0.0009	0.0012	0
FRO-REC-400	-0.0095	0.009	-0.0012	0
REC-NAV-230	-0.0010	0.0010	0	0
NAV-REC-230	0.0010	-0.0010	0	0
NAV-NUR-230	-0.0030	0.0030	0	0
NUR-NAV-230	0.0030	-0.0030	0	0
NUR-MON-230	-0.0109	0.0109	0	0
MON-NUR-230	0.0109	-0.0109	0	0
MON-ESC-230	-0.0374	0.0374	0	0
ESC-MON-230	0.0374	-0.0374	0	0
ESC-VDG-230	-0.0032	0.0032	0	0
VDG-ESC-230	0.0032	-0.0032	0	0
FRO-VDG-400	0.0842	-0.0842	-0.0012	0
VDG-FRO-400	-0.0842	0.0842	0.0012	0
FRO-MON-230	-0.0014	0.0014	0	0
MON-FRO-230	0.0014	-0.0014	0	0
REC 400/230	-0.0007	0.0007	0	0
REC 230/400	0.0007	-0.007	0	0
REC 400/U34	0	0	0	0
REC U34/400	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	0	0.0741
REC U12/230	0	0	0	-0.0741
FRO 400/230	-0.0737	0.0737	-0.0013	0
FRO 230/400	0.0737	-0.0737	0.0013	0
VDG 400/230	*0.5863	0.4136	0	0
VDG 230/400	0.4136	*0.5863	0	0
FRO 400	0.0010	-0.0010	*0.9963	0
REC U12	0	0	0	*0.9259

TABLA C.2.1 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA REACTIVA

	REC-FRO-400	FRO-REC-400	REC-NAV-230	NAV-REC-230	NAV-NUR-230	NUR-NAV-230
REC-FRO-400	*0.5568	0.4405	-0.0239	0.0264	-0.0709	0.0775
FRO-REC-400	0.4405	*0.5605	0.0235	-0.0264	0.0698	-0.0777
REC-NAV-230	-0.0060	0.0059	*0.5026	0.4973	0.0076	-0.0084
NAV-REC-230	0.0066	-0.0066	0.4973	*0.5027	-0.0073	0.0080
NAV-NUR-230	-0.0177	0.0175	0.0076	-0.0073	*0.5225	0.4767
NUR-NAV-230	0.0194	-0.0194	-0.0084	0.0080	0.4767	*0.5237
NUR-MON-230	-0.0686	0.0680	0.0296	-0.0284	0.0874	-0.0838
MON-NUR-230	0.0693	-0.0690	-0.0300	0.0287	-0.0886	0.0847
MON-ESC-230	-0.0009	0.0017	0.0007	-0.0004	0.0019	-0.0013
ESC-MON-230	0.0008	-0.0019	-0.0007	0.0004	-0.0022	0.0013
ESC-VDG-230	-0.0002	0	0	0	0	-0.0002
VDG-ESC-230	0.0001	0	0	0	0	0.0002
FRO-VDG-400	0.0066	0.0024	0.0003	0.0021	0.0007	0.0060
VDG-FRO-400	-0.0077	-0.0038	-0.0007	-0.0024	-0.0018	-0.0067
FRO-MON-230	0.0009	-0.0009	-0.0004	0.0004	-0.0012	0.0011
MON-FRO-230	-0.0009	0.0009	0.0004	-0.0004	0.0011	-0.0011
REC 400/230	-0.0707	0.0703	0.0283	-0.0316	0.0840	-0.0927
REC 230/400	0.0707	-0.0703	-0.0283	0.0316	-0.0840	0.0927
REC 400/U34	0	0	0	0	0	0
REC U34/400	0	0	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	0	0	0	0
REC U12/230	0	0	0	0	0	0
FRO 400/230	0.0125	-0.0120	-0.0052	0.0052	-0.0155	0.0152
FRO 230/400	-0.0125	0.0012	0.0052	-0.0052	0.0155	-0.0152
VDG 400/230	0.0003	0	0	0.0001	-0.0001	0.0003
VDG 230/400	-0.0003	0	0	-0.0001	0	-0.0003
ESC 230	0.0005	0.0008	0.0002	-0.0001	0.0007	0.0004
VDG 400	0.0005	0.0008	0.0002	0.0001	0.0006	0.0004



TABLA C.2.2 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA REACTIVA

	NUR-MON-230	MON-NUR-230	MON-ESC-230	ESC-MON-230	ESC-VDG-230	VDG-ESC-230
REC-FRO-400	-0.2743	0.2777	-0.0152	0.0131	-0.0032	0.0023
FRO-REC-400	0.2721	-0.2760	0.0266	-0.0308	-0.0004	-0.0009
REC-NAV-230	0.0296	-0.0300	0.0027	-0.0030	0	-0.0001
NAV-REC-230	-0.0284	0.0300	-0.0018	0.0017	-0.0003	0.0002
NAV-NUR-230	0.0874	-0.0886	0.0078	-0.0087	0.0001	-0.0004
NUR-NAV-230	-0.0838	0.0847	-0.0053	0.0050	-0.0008	0.0062
NUR-MON-230	*0.8215	0.1801	0.0256	-0.0273	0.0013	-0.0017
MON-NUR-230	0.1801	*0.8181	-0.0231	0.0237	-0.0019	0.0019
MON-ESC-230	0.0064	-0.0058	*0.8532	0.1475	0.0289	-0.0298
ESC-MON-230	-0.0068	0.0059	0.1475	*0.8503	-0.0291	0.0294
ESC-VDG-230	0.0003	-0.0004	0.0289	-0.0291	*0.5029	0.4970
VDG-ESC-230	-0.0004	0.0005	-0.0298	0.0294	0.4969	*0.5030
FRO-VDG-400	-0.0069	0.0129	-0.7799	0.7957	-0.0687	0.0683
VDG-FRO-400	0.0052	-0.0129	0.7776	-0.8626	0.0615	-0.0644
FRO-MON-230	-0.0044	0.0043	0.0143	-0.0148	0.0011	-0.0012
MON-FRO-230	0.0043	-0.0043	-0.0136	0.0138	-0.0012	0.0012
REC 400/230	0.3261	-0.3301	0.0249	-0.0261	0.0017	-0.0019
REC 230/400	-0.3261	0.3301	-0.0249	0.0261	-0.0017	0.0019
REC 400/U34	0	0	0	0	0	0
REC U34/400	0	0	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	0	0	0	0
REC U12/230	0	0	0	0	0	0
FRO 400/230	-0.0575	0.0566	0.1840	-0.1887	0.0154	-0.0157
FRO 230/400	0.0575	-0.0566	-0.1840	0.1887	-0.0154	0.0157
VDG 400/230	-0.0007	0.0008	-0.0512	0.0510	-0.0054	0.0050
VDG 230/400	0.0007	-0.0008	0.0486	-0.0484	0.0052	-0.0047
ESC 230	0.0011	-0.0001	0.0087	-0.0033	-0.0017	0.0036
VDG 400	0.0010	0	0.0068	-0.0017	0.0046	-0.0027

TABLA C.2.3 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA REACTIVA						
	FRO-VDG-400	VDG-FRO-400	FRO-MON-230	MON-FRO-230	REC 400/230	REC 230/400
REC-FRO-400	0.0066	-0.0077	0.0150	-0.0154	-0.0707	0.0707
FRO-REC-400	0.0024	-0.0038	-0.0149	0.0141	0.0703	-0.0703
REC-NAV-230	0	-0.0002	-0.0016	0.0015	0.0071	-0.0071
NAV-REC-230	0.0005	-0.0006	-0.0016	-0.0016	-0.0079	0.0079
NAV-NUR-230	0.0002	-0.0004	-0.0048	0.0046	0.0210	-0.0210
NUR-NAV-230	0.0015	-0.0017	0.0046	-0.0046	-0.0232	0.0232
NUR-MON-230	-0.0017	0.0013	-0.0176	0.0172	0.0815	-0.0815
MON-NUR-230	0.0032	-0.0032	0.0172	-0.0170	-0.0825	0.0825
MON-ESC-230	-0.0487	0.0486	0.0143	-0.0136	0.0015	-0.0015
ESC-MON-230	0.0497	-0.0502	-0.0148	0.0138	-0.0016	0.0016
ESC-VDG-230	-0.0043	0.0038	0.0011	-0.0012	0.0001	-0.0001
VDG-ESC-230	0.0043	-0.0040	-0.0012	0.0012	-0.0001	0.0001
FRO-VDG-400	*0.6155	0.3885	-0.0288	0.0348	-0.0025	0.0025
VDG-FRO-400	0.3885	*0.6040	0.0281	-0.0358	0.0023	-0.0023
FRO-MON-230	-0.0018	0.0017	*0.5008	0.4992	-0.0011	0.0011
MON-FRO-230	0.0022	-0.0022	0.4992	*0.5008	0.0011	-0.0011
REC 400/230	-0.0025	0.0023	-0.0179	0.0176	*0.5842	0.4158
REC 230/400	0.0025	-0.0023	0.0179	-0.0176	0.4158	*0.5842
REC 400/U34	0	0	0	0	0	0
REC U34/400	0	0	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	0	0	0	0
REC U12/230	0	0	0	0	0	0
FRO 400/230	-0.0263	0.0264	0.0101	-0.0117	-0.0146	0.0146
FRO 230/400	0.0263	-0.0264	-0.0101	0.0117	0.0146	-0.0146
VDG 400/230	0.0075	-0.0068	-0.0020	0.0021	-0.0002	0.0002
VDG 230/400	-0.0071	0.0065	0.0019	-0.0020	0.0002	-0.0002
FRO 400	0.0002	0.0019	0.0007	0.0003	0.0001	-0.0001
REC U12	0.0004	0.0016	0.0006	0.0003	0.0001	0.0001

TABLA C.2.4 MATRIZ DE SENSITIVIDAD TIPICA REACTIVA

	REC 400/U34	REC U34/400	REC 230/U12	REC U12/230	FRO 400/230	FRO 230/400
REC-FRO-400	0	0	0	0	0.0502	-0.0502
FRO-REC-400	0	0	0	0	-0.0479	0.0479
REC-NAV-230	0	0	0	0	-0.0052	0.0052
NAV-REC-230	0	0	0	0	0.0052	-0.0052
NAV-NUR-230	0	0	0	0	-0.0155	0.0155
NUR-NAV-230	0	0	0	0	0.0152	-0.0152
NUR-MON-230	0	0	0	0	-0.0575	0.0575
MON-NUR-230	0	0	0	0	0.0566	-0.0566
MON-ESC-230	0	0	0	0	-0.0472	-0.0460
ESC-MON-230	0	0	0	0	0.0039	0.0472
ESC-VDG-230	0	0	0	0	-0.0039	-0.0039
VDG-ESC-230	0	0	0	0	-0.1050	0.0039
FRO-VDG-400	0	0	0	0	0.1055	0.1050
VDG-FRO-400	0	0	0	0	0.0025	-0.1055
FRO-MON-230	0	0	0	0	-0.0029	-0.0025
MON-FRO-230	0	0	0	0	-0.0585	0.0029
REC 400/230	0	0	0	0	0.0585	0.0585
REC 230/400	0	0	0	0	0	-0.0585
REC 400/U34	*0.5000	0.5000	0	0	0	0
REC U34/400	0.5000	*0.5000	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	*0.5000	0.5000	0	0
REC U12/230	0	0	0.5000	*0.5000	0.5361	0
FRO 400/230	0	0	0	0	*0.5361	0.4639
FRO 230/400	0	0	0	0	0.4639	*0.5361
VDG 400/230	0	0	0	0	-0.0068	0.0068
VDG 230/400	0	0	0	0	0.0064	-0.0064
ESC-230	0	0	0	0	0.0007	0.0007
VDG-400	0	0	0	0	0.0005	-0.0005

	VDG 400/230	VDG 230/400	ESC-230	VDG-400
REC-FRO-400	0.0048	-0.0045	0.2293	0.2213
FRO-REC-400	-0.0004	0.0004	0.3350	0.3180
REC-NAV-230	-0.0001	0.0001	0.0253	0.0240
NAV-REC-230	0.0004	-0.0004	0.0142	0.0138
NAV-NUR-230	-0.0004	0.0004	0.0705	0.0667
NUR-NAV-230	0.0012	-0.0011	0.0375	0.0365
NUR-MON-230	-0.0027	0.0025	0.1110	0.1035
MON-NUR-230	0.0034	-0.0032	-0.0126	-0.0095
MON-ESC-230	-0.0512	0.0486	0.2256	0.1769
ESC-MON-230	0.0509	-0.0484	-0.0849	-0.0433
ESC-VDG-230	-0.0054	0.0052	-0.0432	0.1193
VDG-ESC-230	0.0050	-0.0047	0.0948	-0.0705
FRO-VDG-400	0.1194	-0.1134	0.0947	0.1775
VDG-FRO-400	-0.1096	0.1041	0.7714	0.6524
FRO-MON-230	-0.0020	0.0019	0.0181	0.0157
MON-FRO-230	0.0021	-0.0020	0.0071	0.0084
REC 400/230	-0.0031	0.0029	0.0624	0.0570
REC 230/400	0.0031	-0.0029	-0.0624	-0.0570
REC 400/U34	0	0	0	0
REC U34/400	0	0	0	0
REC 230/U12	0	0	0	0
REC U12/230	0	0	0	0
FRO 400/230	-0.0271	0.0258	0.0721	0.0486
FRO 230/400	0.0271	-0.0258	-0.0721	-0.0486
VDG 400/230	*0.4834	0.4907	0.1201	-0.1653
VDG 230/400	0.4907	*0.5338	-0.1141	0.1570
FRO 400	0.4637	-0.0044	*0.4769	-0.4935
REC U12	-0.0064	0.0060	-0.4935	*0.5265

