



ESTUDIO DE EDAC POR SUBFRECUENCIA - AÑO 2011

TIPO DE DOCUMENTO: INFORME

Autor	Dirección de Operación
Fecha Creación	01-03-2012
Última Impresión	01-03-2012
Correlativo	CDEC-SING C0096/2011
Versión	2.0



CONTROL DEL DOCUMENTO

APROBACIÓN

Versión	Aprobado por

REGISTRO DE CAMBIOS

Fecha	Autor	Versión	Descripción del Cambio
30-12-2011	Dirección de Operación	1.0	Confección del Informe
01-03-2012	Dirección de Operación	2.0	Informe Final

REVISORES

Nombre	Cargo
Daniel Salazar J.	Director de Operación y Peajes
Raúl Moreno T.	Subdirector de Operaciones
Gretchen Zbinden V.	Jefe Departamento de Sistemas Eléctricos
Patricio Lagos R.	Ingeniero Departamento de Sistemas Eléctricos
Marco Peirano O.	Ingeniero Departamento de Sistemas Eléctricos

DISTRIBUCIÓN

Copia	Destinatario



CONTENIDO.

CONTROL DEL DOCUMENTO	2
Aprobación	2
Registro de Cambios	2
Revisores	2
Distribución	2
1. INTRODUCCIÓN	4
2. REVISIÓN DEL EDAC ACTUAL	5
2.1 Antecedentes generales	5
2.2 EDAC Vigente	5
3. MODIFICACIÓN DEL EDAC VIGENTE	7
3.1 Coordinados con implementación de EDAC pendiente	7
3.2 Consumos nuevos y/o aumentos de demanda	8
4. CONCLUSIONES	9
5. ANEXOS	10
5.1 EDAC vigente	10
5.2 Contingencias analizadas	11
5.3 Despacho	11
5.4 EDAC propuesto	12
5.5 Resultado simulaciones	13



1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Esquema de Desconexión Automática de Carga (EDAC) por Subfrecuencia tiene por objeto revisar y adecuar los EDAC vigentes, según se encomienda el Título 6-9 de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NT).

Éste surge de lo dispuesto en el Artículo 6-54 de la NT, donde se especifica la periodicidad bianual del Estudio.



2. REVISIÓN DEL EDAC ACTUAL

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

En octubre de 2005, la Dirección de Operación (DO) publicó la primera versión del Estudio de EDAC por Subfrecuencia, donde se analizaron alternativas de control para escenarios con distintos montos de desconexión de generación, y a partir de los cuales se determinó el monto de EDAC requerido para cumplir con una operación a mínimo costo acorde con las exigencias de Seguridad y Calidad de Servicio establecidas en la NT.

En febrero de 2006, la DO publicó una versión revisada del Estudio anterior, donde se especificaron los montos de desconexión por baja frecuencia resultantes de las exigencias establecidas en la NT. Sobre la base de dicho Estudio, la DO solicitó a los Coordinados Clientes del SING informar la manera en que cada uno de ellos implementaría el EDAC por Subfrecuencia que les corresponde en sus instalaciones.

En mayo de 2006 la DO publicó un Informe de Implementación, donde se especificó el EDAC por Subfrecuencia a implementar en el SING, de acuerdo a los requerimientos de la NT, adaptado según la revisión de la DO de las propuestas enviadas por los Coordinados en relación al diseño preliminar establecido en el Estudio de EDAC.

En términos generales, el EDAC por Subfrecuencia consideraba en su diseño original un monto total de 580 MW, repartidos en 8 etapas de frecuencia. El primer ajuste corresponde a 49 Hz y el último corresponde a 48.3 Hz, y todos los ajustes intermedios presentan una diferencia de 0.1 Hz.

Los principales aspectos que definieron el diseño del EDAC por Subfrecuencia son los siguientes:

- Control de una contingencia simple en generación en Estado de Emergencia, proveniente de una contingencia simple en generación, lo que equivale a desconexiones de bloques de generación en torno a 520 MW.
- Potencias máximas de despacho de las unidades generadoras de acuerdo a una planificación de largo plazo económica y segura.
- El comportamiento dinámico del SING, principalmente en lo que respecta al control de frecuencia.

2.2 EDAC VIGENTE

La versión actual del EDAC es el resultado de aquel que fue implementado a partir del año 2006, al cual se le han incorporado los nuevos consumos que se han conectado al SING. Actualmente, la carga nominal disponible en el EDAC por Subfrecuencia es de 621 MW.

En la Figura 1 se puede observar las distintas modificaciones que ha presentado el EDAC desde su diseño original.

En el Anexo 5.1 se muestra el EDAC vigente.

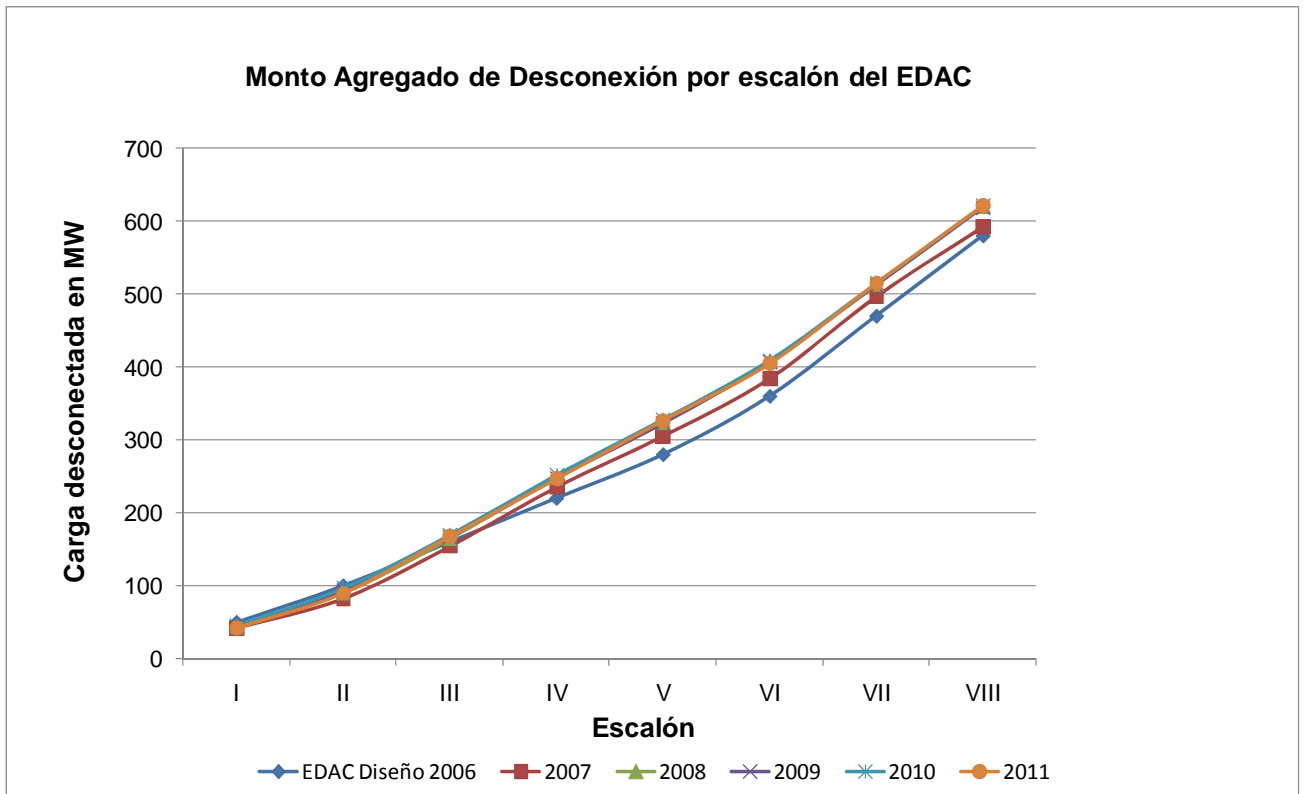


Figura 1: Variación del EDAC.

Del análisis de la operación de tiempo real que se realiza en los Estudio para Análisis de Falla, el EDAC que se encuentra implementado a la fecha, evidencia un adecuado control de las contingencias asociadas a Subfrecuencia.



3. MODIFICACIÓN DEL EDAC VIGENTE

Dadas las condiciones de operación previstas para el período de vigencia de este Estudio, Enero 2012 a Diciembre 2013, donde no se prevé el ingreso de unidades generadoras de un tamaño mayor a las ya existentes, o la incorporación de obras de transmisión cuya contingencia simple provoque la salida de grandes bloques de generación, y considerando el criterio actual de planificación y operación del SING, que contempla el control de contingencias simples de generación en Estado Normal¹, se considera adecuado mantener, en términos generales, el diseño actual del EDAC por Subfrecuencia.

No obstante lo anterior, se ha analizado el EDAC vigente de las Empresas Distribuidoras, las cuales tienen carga asignada a los escalones 1^{ro} y 2^{do} de dicho esquema, con un monto total de 6.4 MW. Para estos consumos, se presenta una modificación a los escalones mencionados, situando su desconexión a partir del 3^{er} escalón, de acuerdo a lo indicado en la Tabla N°1.

Tabla 1: Modificación al Esquema EDAC de Distribuidoras.

Coordinado	S/E	Actual		Modificación propuesta	
		Monto [MW]	Escalón	Monto [MW]	Escalón
ELECDA	Calama	0.4	Escalón I	0.4	Escalón III
ELIQSA	Cóndores	3.9	Escalón II	3.9	Escalón IV
EMELARI	Parinacota	2.1	Escalón I	2.1	Escalón III

Se ha analizado el impacto que representa la modificación del esquema de acuerdo a lo planteado previamente, comprobando que dichos cambios no tienen efectos a nivel de respuesta dinámica del sistema, alcanzando el sistema la misma frecuencia que sin realizar el cambio propuesto.

Tanto el despacho base utilizado como las contingencias analizadas y los resultados obtenidos, se encuentran en el punto 5. ANEXOS de este documento.

Por otro lado, el EDAC propuesto se encuentra en el Anexo 5.4.

La modificación indicada disminuiría la tasa de desconexión que se ha presentado en las ciudades de Calama, Iquique y Arica. Se debe considerar que la modificación antes indicada, aplicada sobre los eventos del año 2011, representaría una disminución del 76% de las desconexiones.

3.1 COORDINADOS CON IMPLEMENTACIÓN DE EDAC PENDIENTE

A la fecha, los Coordinados que tienen pendiente la implementación del EDAC por Subfrecuencia en sus instalaciones son los siguientes:

¹ De acuerdo a los niveles de despacho previstos para el período de interés, los requerimientos de control establecidos en el diseño EDAC son suficientes; de ser requerido, es posible ajustar la potencia máxima de despacho de las unidades generadoras según la carga disponible en el EDAC.



- Minera Esperanza.
- Atacama Agua y Tecnología

Sin embargo, ambos coordinados han informado que se encuentran realizando las acciones necesarias, tendientes a normalizar el EDAC durante el año 2012².

3.2 CONSUMOS NUEVOS Y/O AUMENTOS DE DEMANDA

Para el caso de la conexión de consumos nuevos al SING o que se produzcan aumentos importantes en la demanda de los ya existentes, la DO informará a los Coordinados respectivos, el monto de carga que les corresponde implementar en el EDAC de acuerdo a la revisión que realice la DO cuando la conexión y/o aumento de consumos se lleve a cabo.

² Minera Esperanza informó mediante Carta sin n° de fecha 7 de diciembre de 2011 que el 31 de enero de 2012 enviará una propuesta de implementación del EDAC. Por su parte Atacama Agua informó mediante carta AWT N° 124/2011 de fecha 25 noviembre 2011, que se encuentra en la etapa de implementación del EDAC, esperando finalizar ésta el 30 de junio de 2012.



4. CONCLUSIONES

Considerando lo expuesto en los capítulos anteriores, y el análisis de la operación de tiempo real que se realiza en los Estudios para Análisis de Falla, el EDAC que se encuentra implementado a la fecha, evidencia un adecuado control de las contingencias asociadas a Subfrecuencia.

Por otro lado, dado que las condiciones de operación previstas para el período de análisis, enero 2012 a diciembre 2013, no prevén el ingreso de unidades generadoras de un tamaño mayor a las ya existentes, o la incorporación de obras de transmisión cuya contingencia simple provoque la salida de grandes bloques de generación, no se estima necesario modificar mayormente el EDAC actualmente operativo.

La modificación presentada, de cambiar la asignación de carga que actualmente tienen las Empresas Distribuidoras en el EDAC vigente, de los escalones 1^{ro} y 2^{do} a una nueva posición a partir del 3^{er} escalón, no significa un impacto en el desempeño del EDAC vigente a nivel sistémico, pero representa una mejora sustancial en la calidad de servicio a clientes regulados.

La incorporación al SING de nuevos consumos y/o aumentos importantes a los ya existentes, serán analizados por la DO con el fin de determinar cómo podrían éstos afectar el requerimiento de EDAC o la distribución de los montos de desconexión de cargas entre consumos. Esto será analizado en la medida que los nuevos consumos se incorporen al sistema y/o se produzcan los crecimientos de demanda.



5. ANEXOS

5.1 EDAC VIGENTE

El EDAC vigente se encuentra publicado en el sitio web www.cdec-sing.cl, Inicio → Datos de la Operación → Operación Programada → EDAC por Subfrecuencia.

Coordinado	S/E	Escalones								Total Desc.[MW]
		49,00 I [MW]	48,90 II [MW]	48,80 III [MW]	48,70 IV [MW]	48,60 V [MW]	48,50 VI [MW]	48,40 VII [MW]	48,30 VIII [MW]	
CODELCO NORTE	Chuquicamata	3,0	7,0	13,5	21,0	12,5	12,5	23,5	12,0	105,0
CODELCO NORTE	Radomiro Tomic	3,0		11,0		11,0		13,5		38,5
ELECDA	Calama	0,4					6,5			6,9
ELECDA	Esmeralda			2,9	5,9				12,9	21,7
ELIQA	Cóndores		3,9	3,5				5,5		12,9
EMELARI	Parinacota	2,1				6,3				8,4
ENAEX	Central Diesel Enaex				1,7					1,7
GRACE	Mantos de la Luna	2,0						2,0		4,0
HALDEMAN	Sagasca		0,9		1,1				0,7	2,7
MINERA ATACAMA MINERALS	Aguas Blancas					1,4				1,4
MINERA CERRO COLORADO	Cerro Colorado		3,5		3,5		3,5		3,5	14,0
MINERA COLLAHUASI	Collahuasi	6,5			3,5	14,8		14,8	13,6	53,2
MINERA EL ABRA	El Abra	2,5	3,3	6,4		3,3	4,3	6,0	6,0	31,8
MINERA EL TESORO	El Tesoro	0,4		1,6	1,4	0,8		6,2		10,4
MINERA ESCONDIDA	Coloso								3,7	3,7
MINERA ESCONDIDA	Escondida	1,5	10,5	15,2	9,0		8,6	8,6	8,6	62,0
MINERA ESCONDIDA	Laguna Seca		4,0					14,0		18,0
MINERA ESCONDIDA	Planta Óxidos	7,5			8,6	13,5				29,6
MINERA ESCONDIDA	Sulfuros				9,0		17,7	8,5	8,1	43,3
MINERA ESCONDIDA	Tap Off Estación de bombeo N°2								2,2	2,2
MINERA ESCONDIDA	Tap Off Estación de bombeo N°3								2,2	2,2
MINERA ESCONDIDA	Tap Off Estación de bombeo N°4								2,2	2,2
MINERA ESPERANZA	El Tesoro					2,6				2,6
MINERA GABY	Gaby	4,8		5,9		5,1	4,9		6,1	26,8
MINERA LOMAS BAYAS	Lomas Bayas			3,8		3,7		0,7	1,7	9,9
MINERA MANTOS BLANCOS	Mantos Blancos	3,4			3,4				3,6	10,4
MINERA MERIDIAN	Tap Off Palestina			1,5			0,3	1,6		3,4
MINERA MICHILLA	Mejillones		2,9				6,0			8,9
MINERA QUEBRADA BLANCA	Collahuasi			9,0						9,0
MINERA RAYROCK	Tap Off Pampa				1,5					1,5
MINERA SPENCE	Spence		3,9		1,9		3,9		5,8	15,4
MINERA ZALDIVAR	Zaldivar	2,5	2,3	2,5	3,9	1,3	1,3	1,3	8,0	23,1
MOLY-COP	Chacaya				2,7					2,7
SQM	Tap Off El Loa			0,9	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	9,9
SQM	Tap Off La Cruz	1,7	2,5							4,2
SQM	Tap Off Nueva Victoria					1,5	1,4			2,9
SQM	Tap Off Oeste	0,7						2,7		3,4
XSTRATA COPPER - ALTONORTE	Alto Norte		3,3				4,5		3,5	11,3
Total		42,0	47,9	77,6	79,1	79,8	78,3	109,9	106,4	621,0



5.2 CONTINGENCIAS ANALIZADAS

El análisis correspondiente a la modificación del EDAC de las Empresas Distribuidoras, considera el comportamiento del sistema para desconexiones de generación que provoquen la operación del 1^{er}, 2^{do} y 3^{er} escalón del EDAC.

Para ello, se analiza el comportamiento del sistema considerando contingencias asociadas a la pérdida de generación de montos de 210 MW, 230 MW y 270 MW netos, tanto con el EDAC actual como con la propuesta de modificación.

5.3 DESPACHO

A continuación se presenta el despacho base utilizado.

Tabla N°2: Despacho base.

Unidad/Configuración	Gen. Bruta [MW]	RP [MW]
ANG 1	170	7
CAVA	2,8	-
CHAP	5	-
CTA	140	5
CTTAR	140	7
CC1	330	32
NTO1	134,5	5
NTO2	134,5	5
U12	63	8
U13	75	6
U14	122	10
U15	116	10
U16	210	14
CTM1	149	5
CTM2	154	12
CTM3	226	11
Total	2171,8	137

Para el Estudio se considera la previsión de demandas informada en respuesta al fax CDEC-SING B-0757/2011 para el período Enero 2012 - Diciembre 2021.



5.4 EDAC PROPUESTO

La modificación del EDAC vigente se presenta en la siguiente tabla, destacando en rojo las modificaciones realizadas.

Coordinado	S/E	Escalones								Total Desc.[MW]
		49,00 I [MW]	48,90 II [MW]	48,80 III [MW]	48,70 IV [MW]	48,60 V [MW]	48,50 VI [MW]	48,40 VII [MW]	48,30 VIII [MW]	
CODELCO NORTE	Chuquicamata	3,0	7,0	13,5	21,0	12,5	12,5	23,5	12,0	105,0
CODELCO NORTE	Radomiro Tomic	3,0		11,0		11,0		13,5		38,5
ELECDA	Calama	0		0,4			6,5			6,9
ELECDA	Esmeralda			2,9	5,9				12,9	21,7
ELIQUA	Cóndores		0	3,5	3,9			5,5		12,9
EMELARI	Parinacota	0		2,1		6,3				8,4
ENAEX	Central Diesel Enaex				1,7					1,7
GRACE	Mantos de la Luna	2,0						2,0		4,0
HALDEMAN	Sagasca		0,9		1,1				0,7	2,7
MINERA ATACAMA MINERALS	Aguas Blancas					1,4				1,4
MINERA CERRO COLORADO	Cerro Colorado		3,5		3,5		3,5		3,5	14,0
MINERA COLLAHUASI	Collahuasi	6,5			3,5	14,8		14,8	13,6	53,2
MINERA EL ABRA	El Abra	2,5	3,3	6,4		3,3	4,3	6,0	6,0	31,8
MINERA EL TESORO	El Tesoro	0,4		1,6	1,4	0,8		6,2		10,4
MINERA ESCONDIDA	Coloso								3,7	3,7
MINERA ESCONDIDA	Escondida	1,5	10,5	15,2	9,0		8,6	8,6	8,6	62,0
MINERA ESCONDIDA	Laguna Seca		4,0					14,0		18,0
MINERA ESCONDIDA	Planta Óxidos	7,5			8,6	13,5				29,6
MINERA ESCONDIDA	Sulfuros				9,0		17,7	8,5	8,1	43,3
MINERA ESCONDIDA	Tap Off Estación de bombeo N°2								2,2	2,2
MINERA ESCONDIDA	Tap Off Estación de bombeo N°3								2,2	2,2
MINERA ESCONDIDA	Tap Off Estación de bombeo N°4								2,2	2,2
MINERA ESPERANZA	El Tesoro					2,6				2,6
MINERA GABY	Gaby	4,8		5,9		5,1	4,9		6,1	26,8
MINERA LOMAS BAYAS	Lomas Bayas			3,8		3,7		0,7	1,7	9,9
MINERA MANTOS BLANCOS	Mantos Blancos	3,4			3,4				3,6	10,4
MINERA MERIDIAN	Tap Off Palestina			1,5			0,3	1,6		3,4
MINERA MICHILLA	Mejillones		2,9				6,0			8,9
MINERA QUEBRADA BLANCA	Collahuasi			9,0						9,0
MINERA RAYROCK	Tap Off Pampa				1,5					1,5
MINERA SPENCE	Spence		3,9		1,9		3,9		5,8	15,4
MINERA ZALDIVAR	Zaldivar	2,5	2,3	2,5	3,9	1,3	1,3	1,3	8,0	23,1
MOLY-COP	Chacaya				2,7					2,7
SQM	Tap Off El Loa			0,9	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	9,9
SQM	Tap Off La Cruz	1,7	2,5							4,2
SQM	Tap Off Nueva Victoria					1,5	1,4			2,9
SQM	Tap Off Oeste	0,7						2,7		3,4
XSTRATA COPPER - ALTONORTE	Alto Norte		3,3				4,5		3,5	11,3
Total		39,5	44,0	80,1	83,0	79,8	78,3	109,9	106,4	621,0



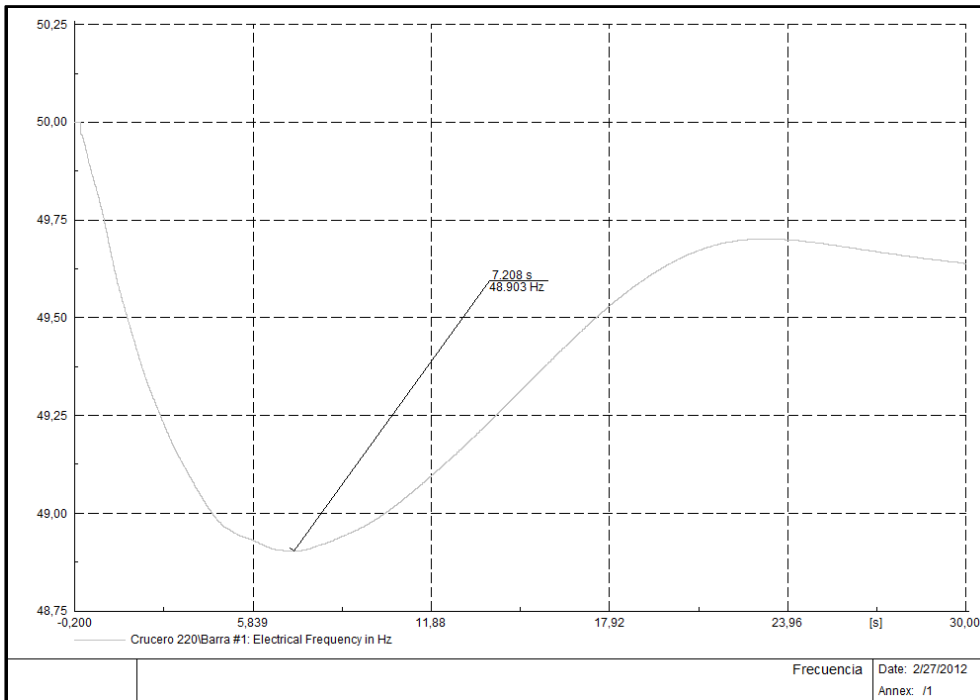
5.5 RESULTADO SIMULACIONES

A continuación se presenta el resultado de las simulaciones realizadas para verificar el impacto en la modificación del EDAC.

5.5.1 DESCONEXIÓN DE DE 210 MW NETOS DE GENERACIÓN

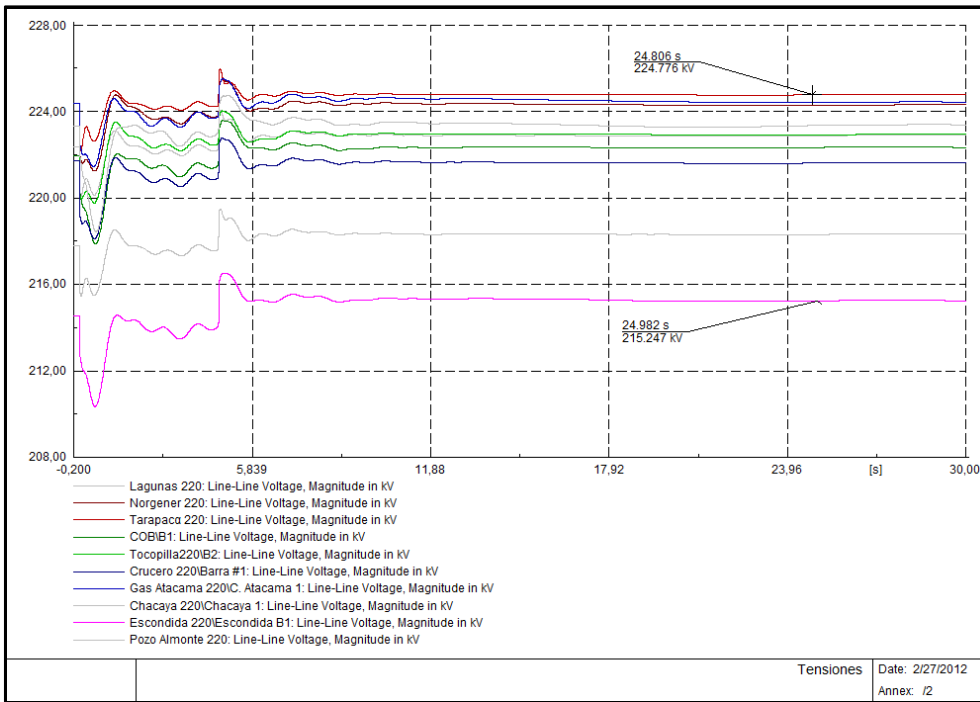
5.5.1.1 Considerando EDAC vigente

- Frecuencia en barra Crucero 220 kV

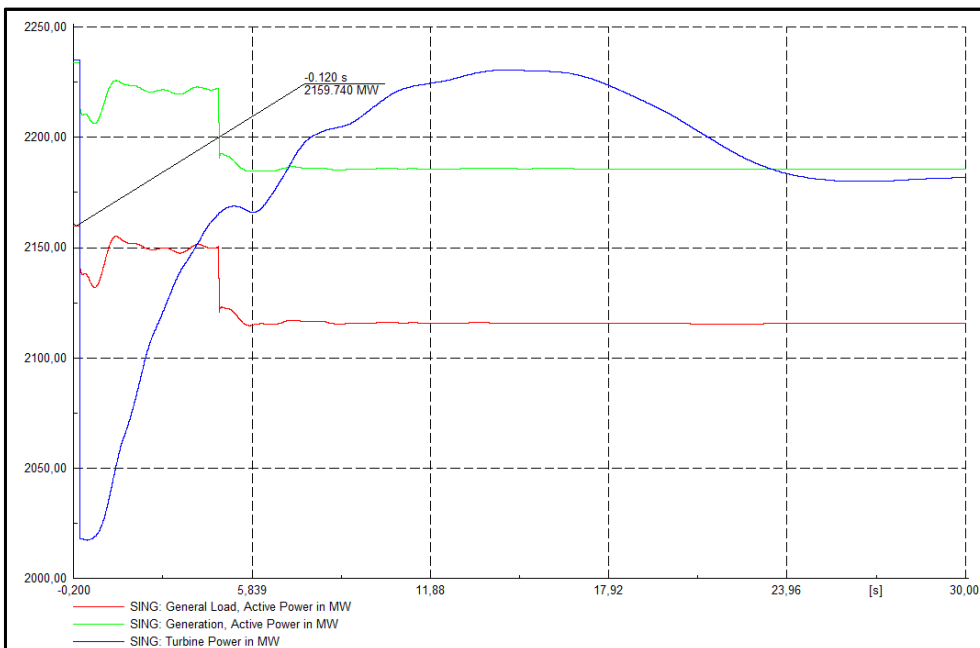




• Tensión en barras 220 kV

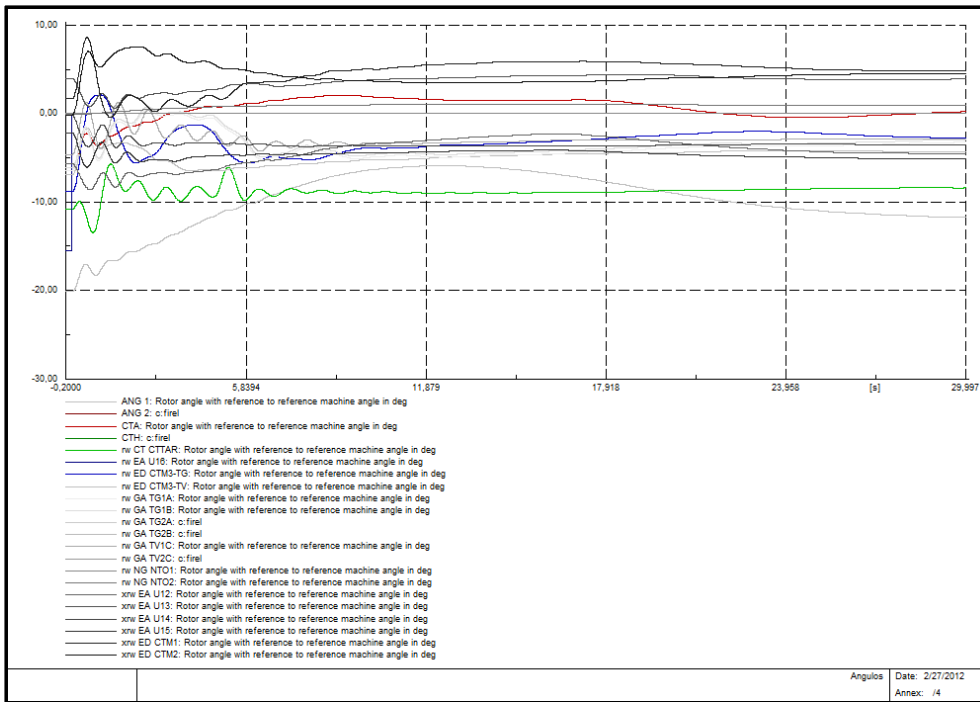


• Respuesta del Sistema



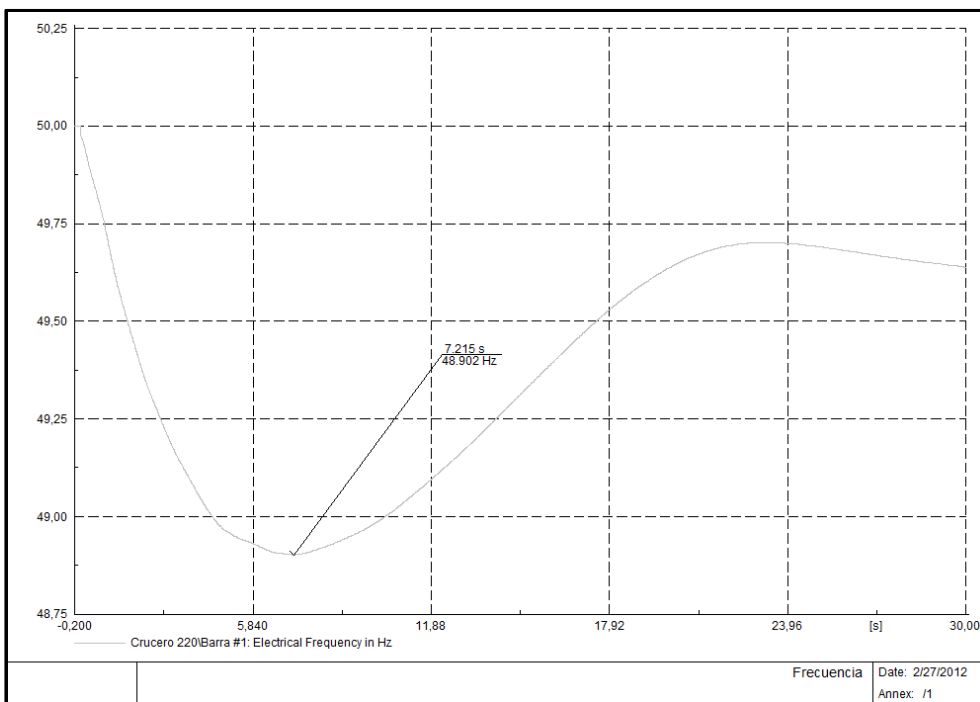


• Ángulos rotóricos relativos de las Unidades



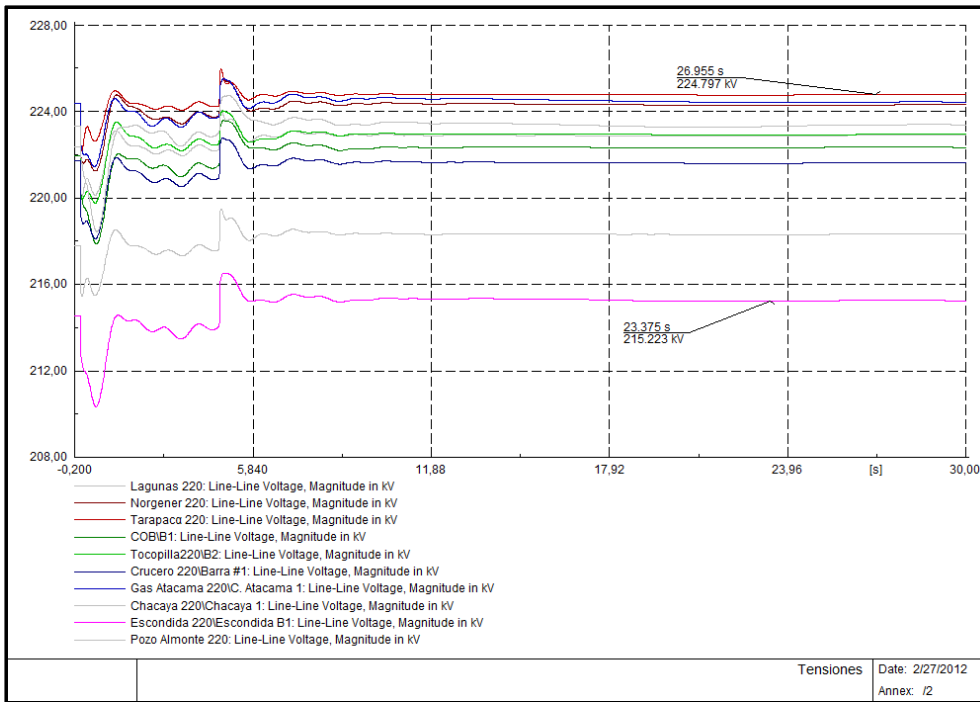
5.5.1.2 Considerando EDAC modificado

• Frecuencia en barra Crucero 220 kV

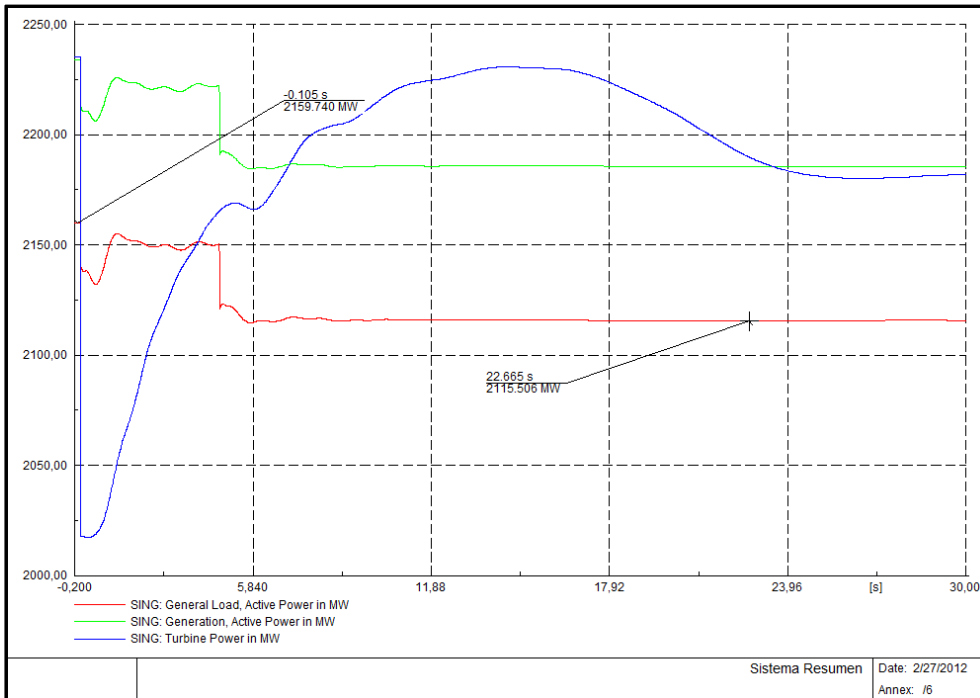




• Tensión en barras 220 kV

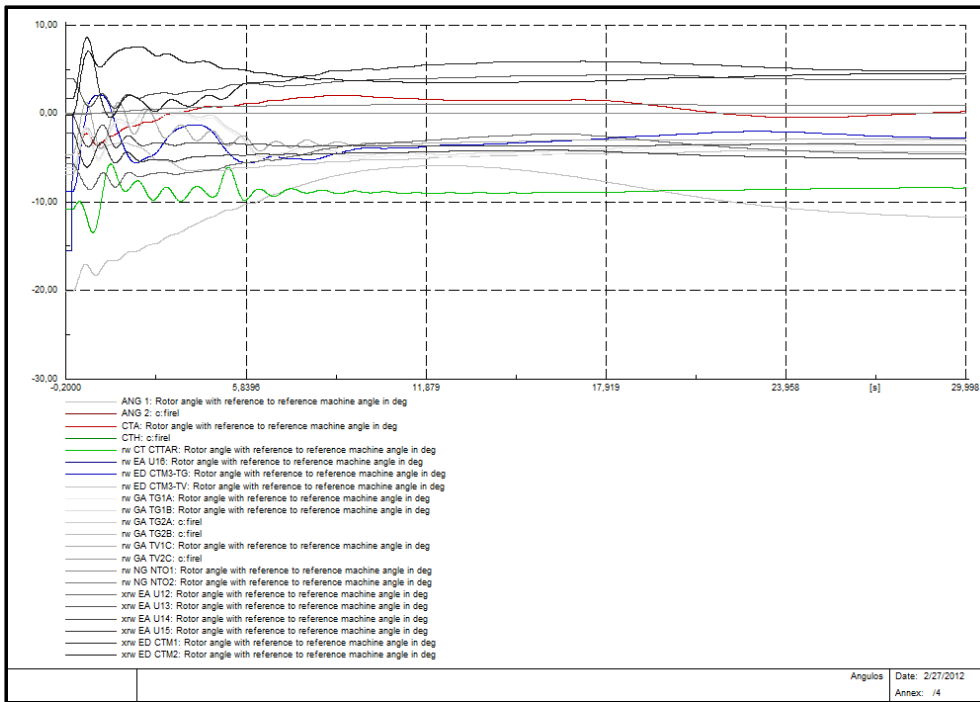


• Respuesta del Sistema





• Ángulos rotóricos relativos de las Unidades

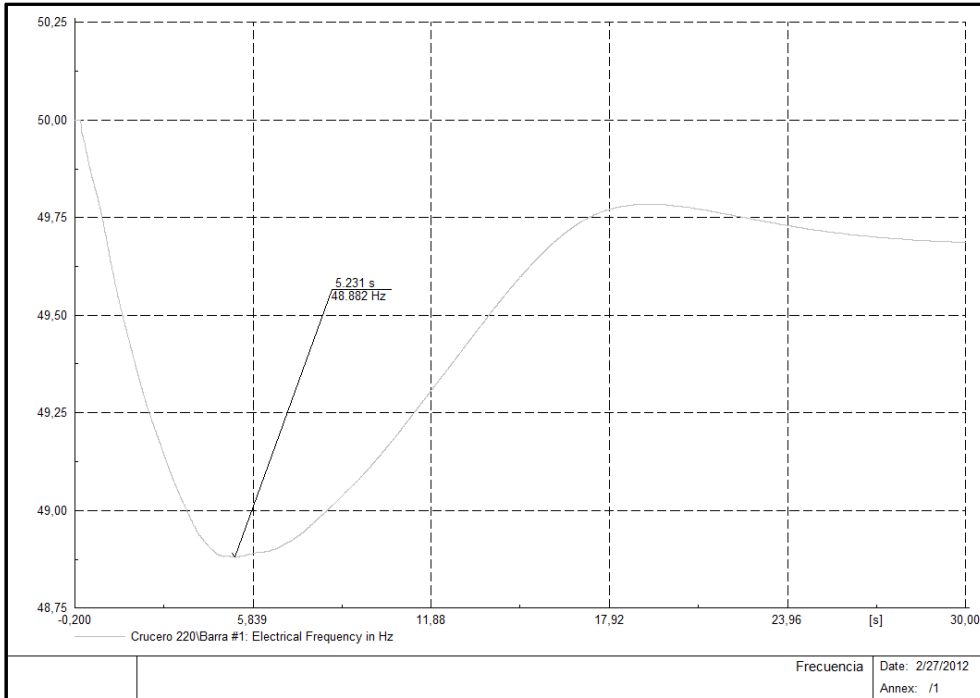




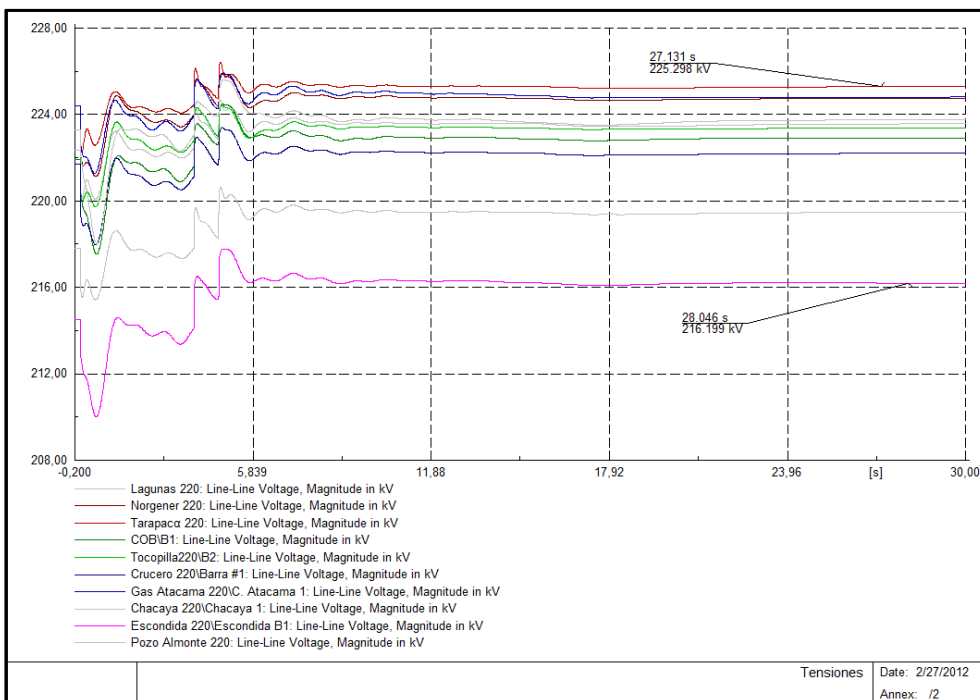
5.5.2 DESCONEXIÓN DE DE 230 MW NETOS DE GENERACIÓN.

5.5.2.1 Considerando EDAC vigente.

- Frecuencia en barra Crucero 220 kV

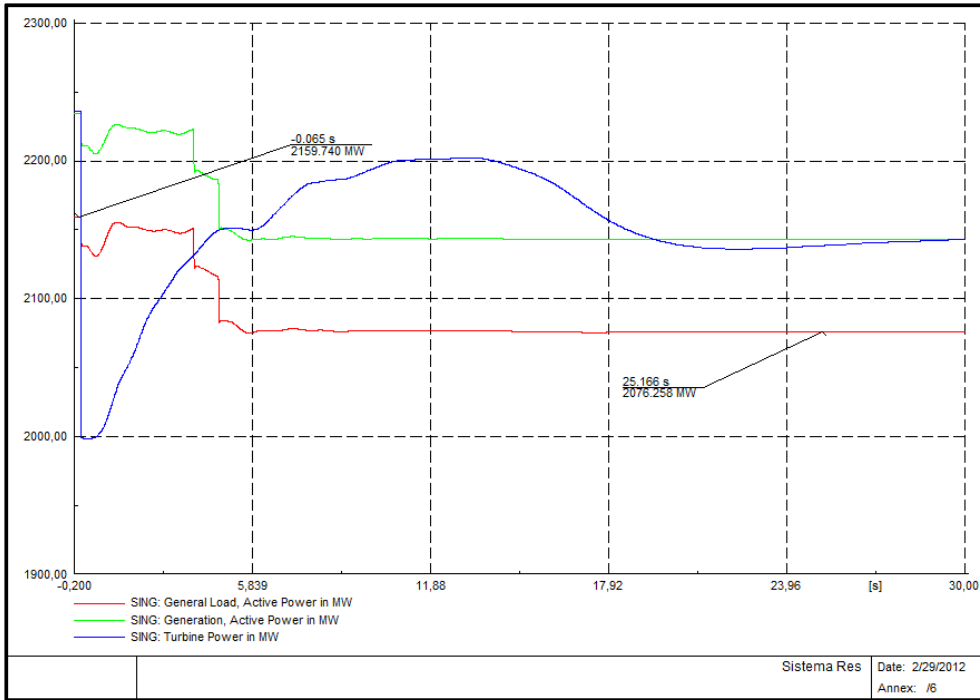


- Tensión en barras 220 kV

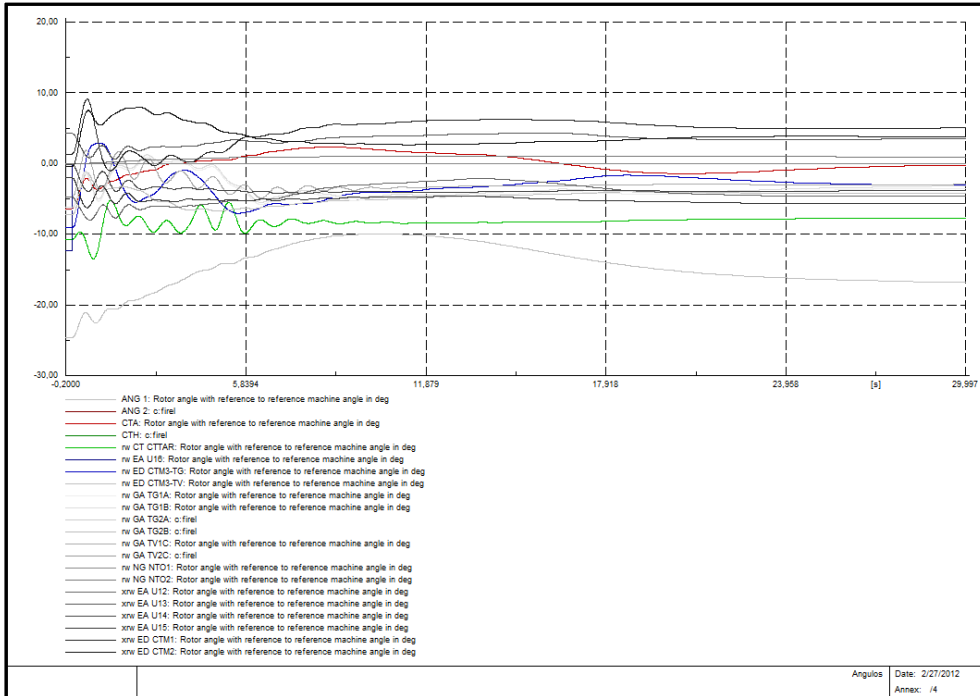




• Respuesta del Sistema



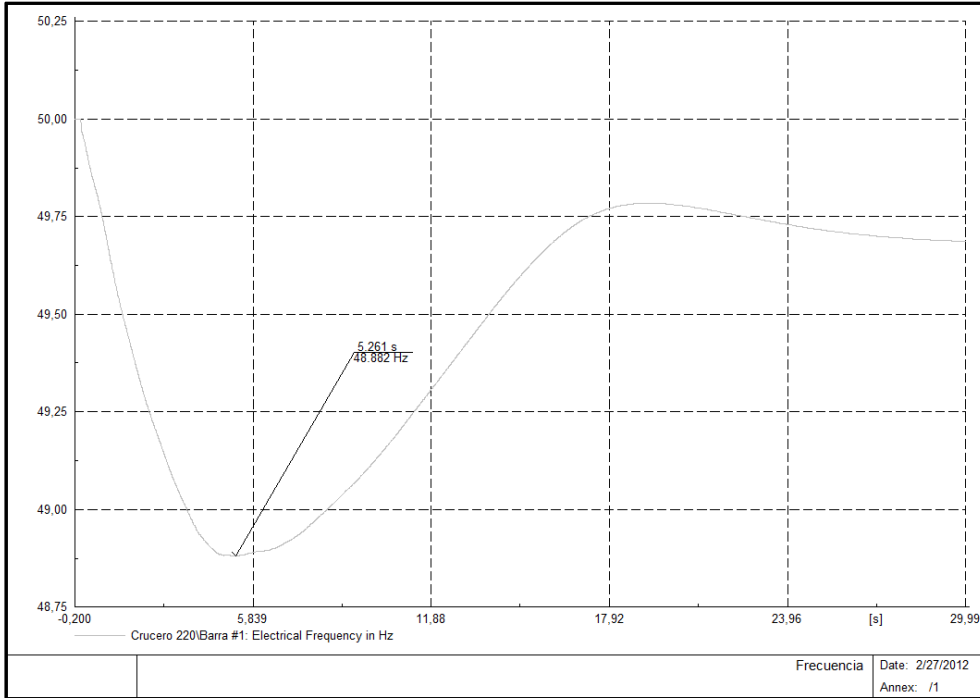
• Ángulos rotóricos relativos de las Unidades



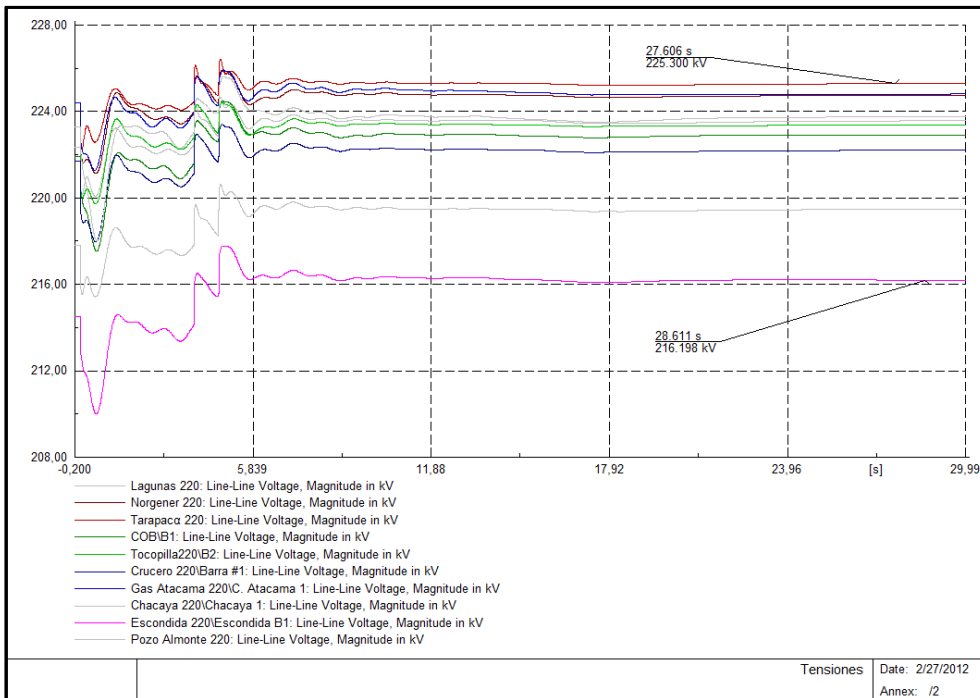


5.5.2.2 Considerando EDAC modificado

- Frecuencia en barra Crucero 220 kV

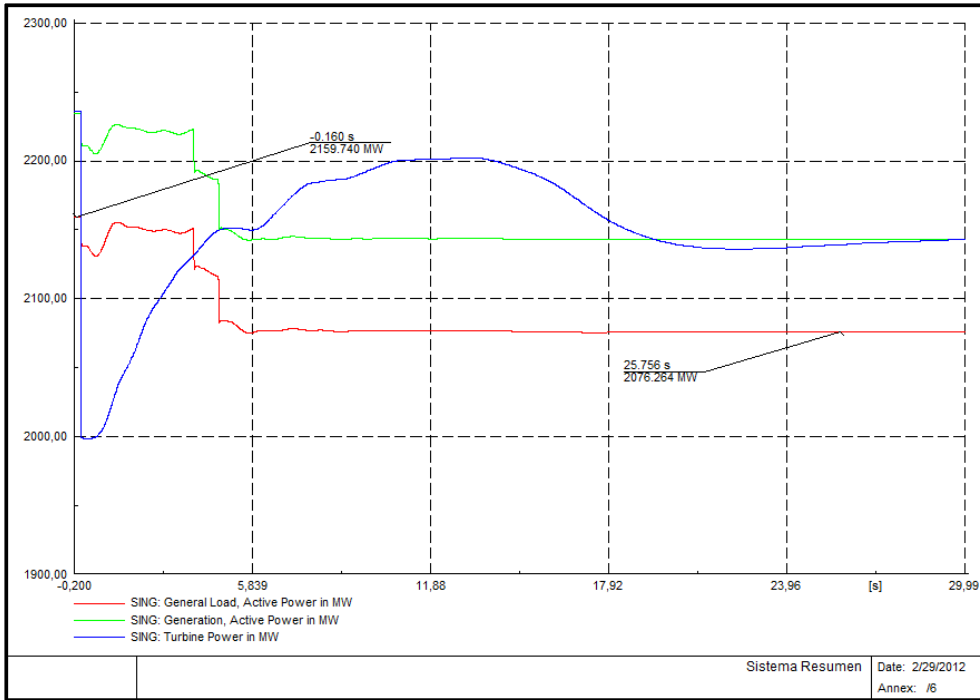


- Tensión en barras 220 kV

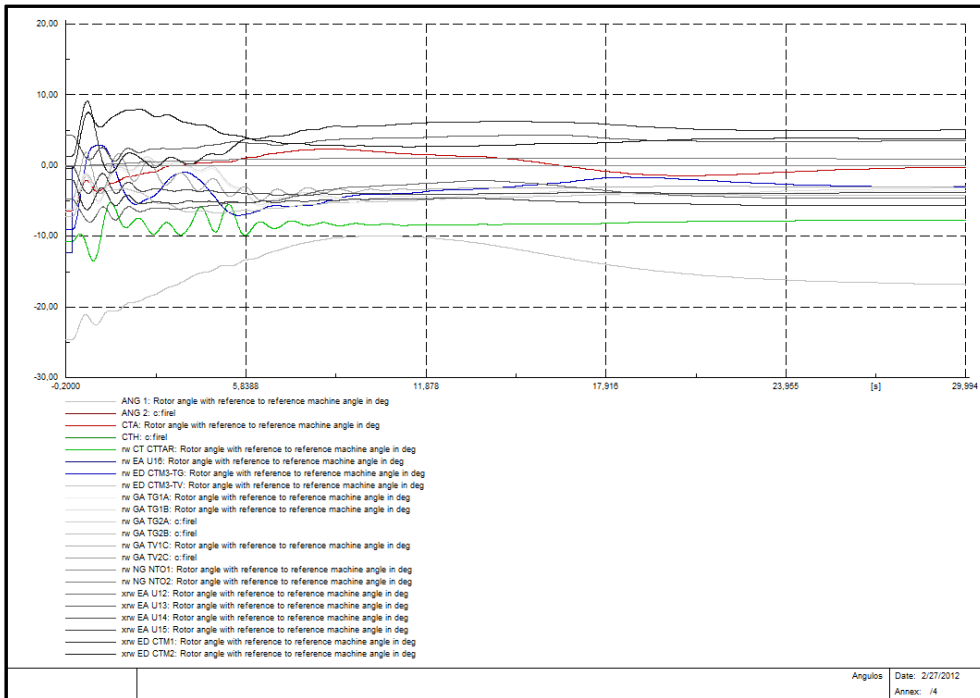




• Respuesta del Sistema



• Ángulos rotóricos relativos de las Unidades

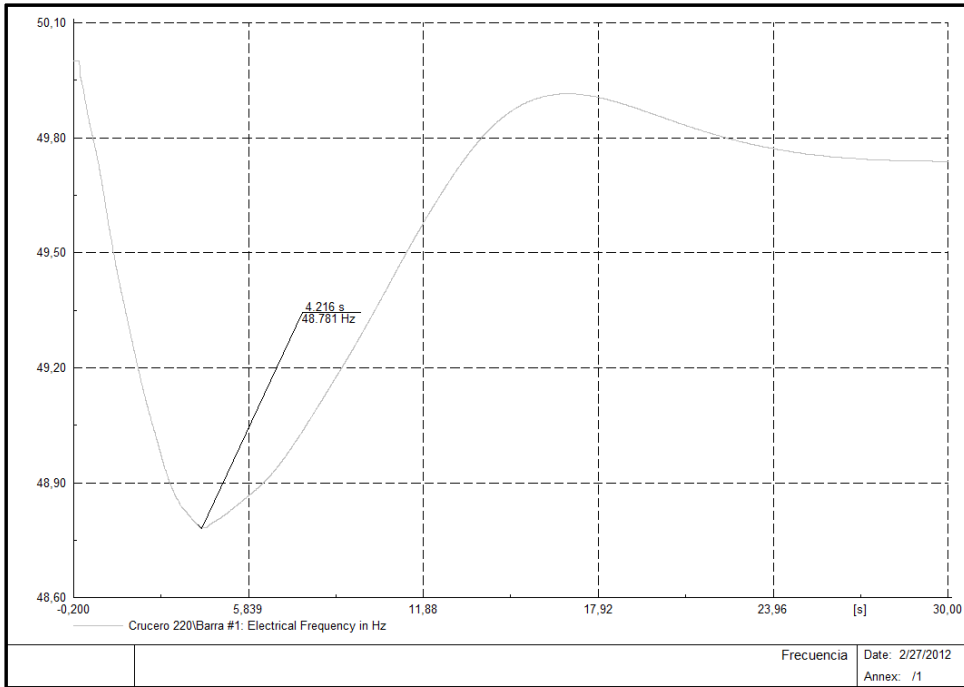




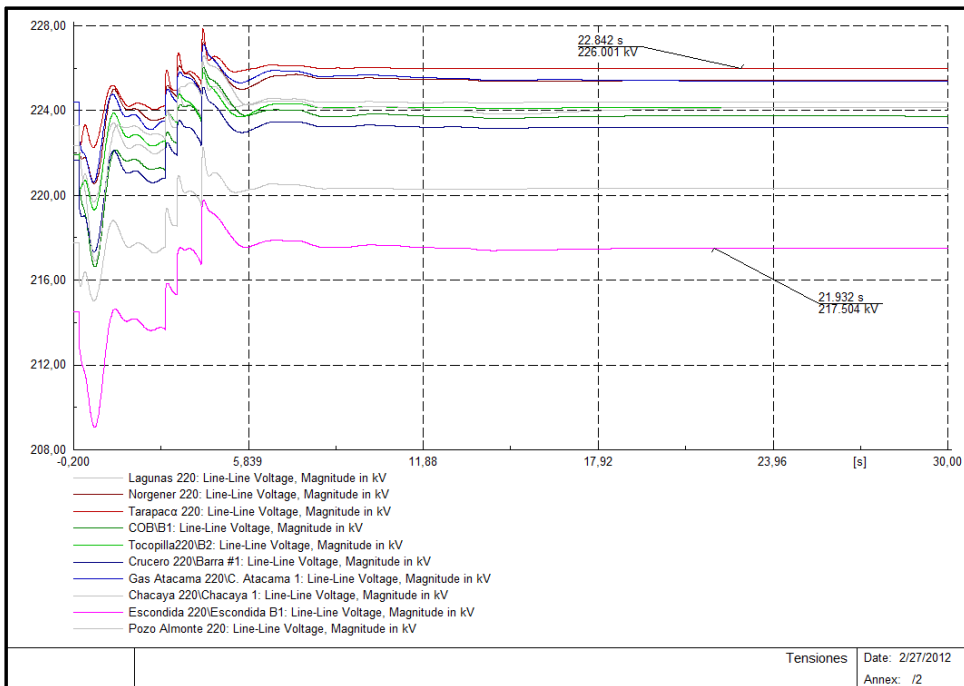
5.5.3 DESCONEXIÓN DE DE 270 MW NETOS DE GENERACIÓN

5.5.3.1 Considerando EDAC vigente

- Frecuencia en barra Crucero 220 kV

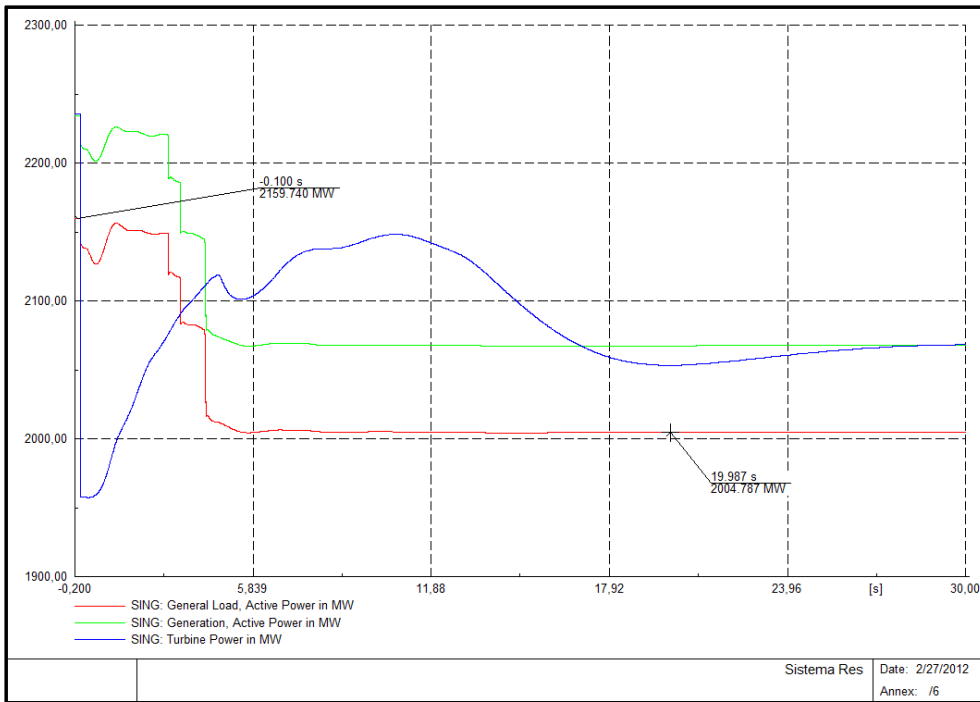


- Tensión en barras 220 kV

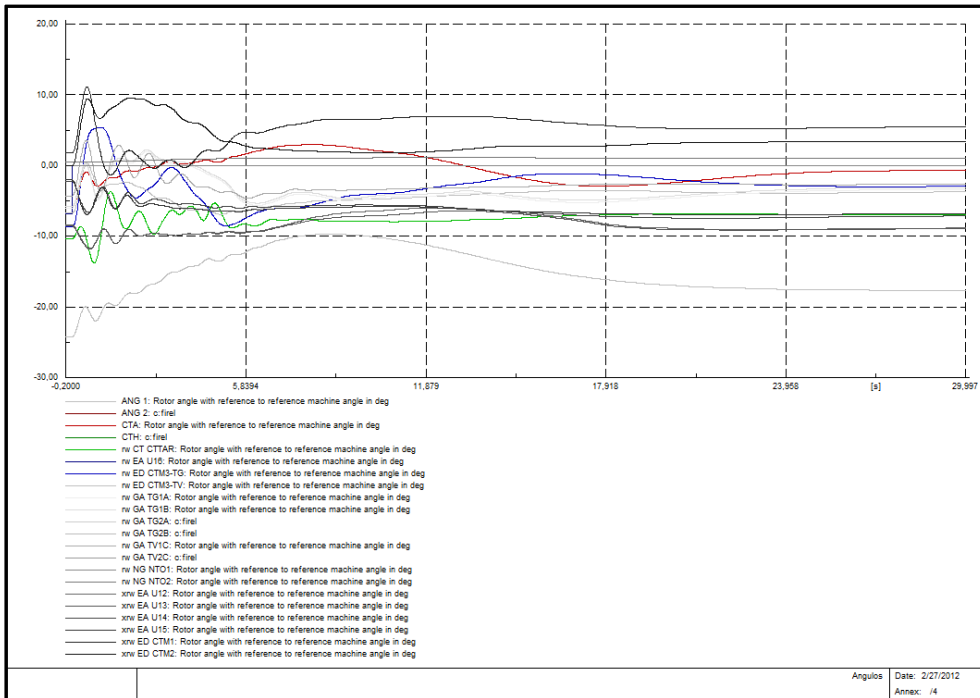




• Respuesta del Sistema



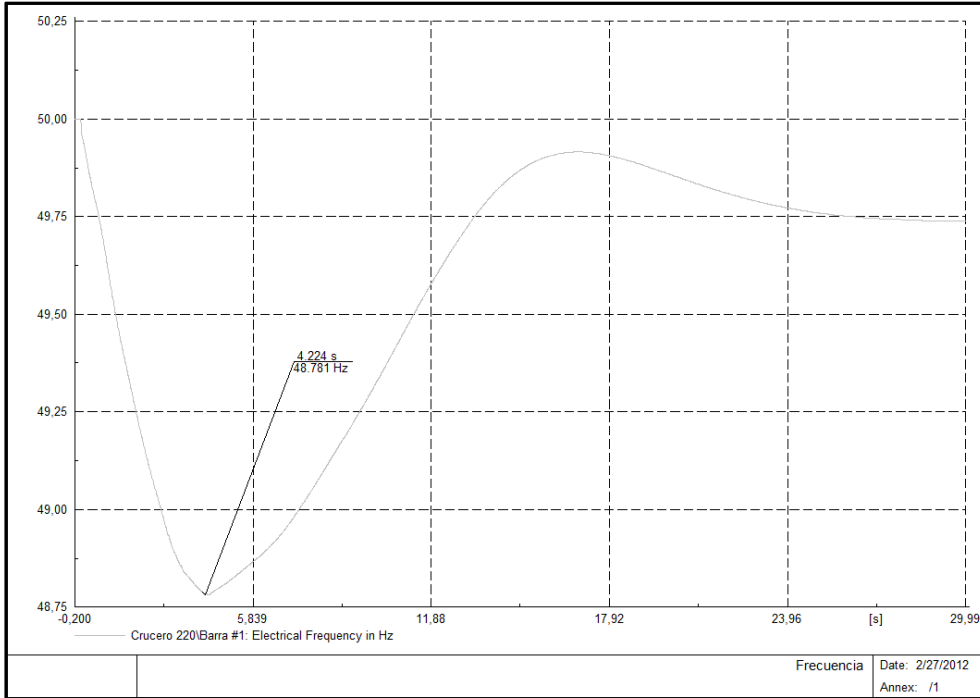
• Ángulos rotóricos relativos de las Unidades



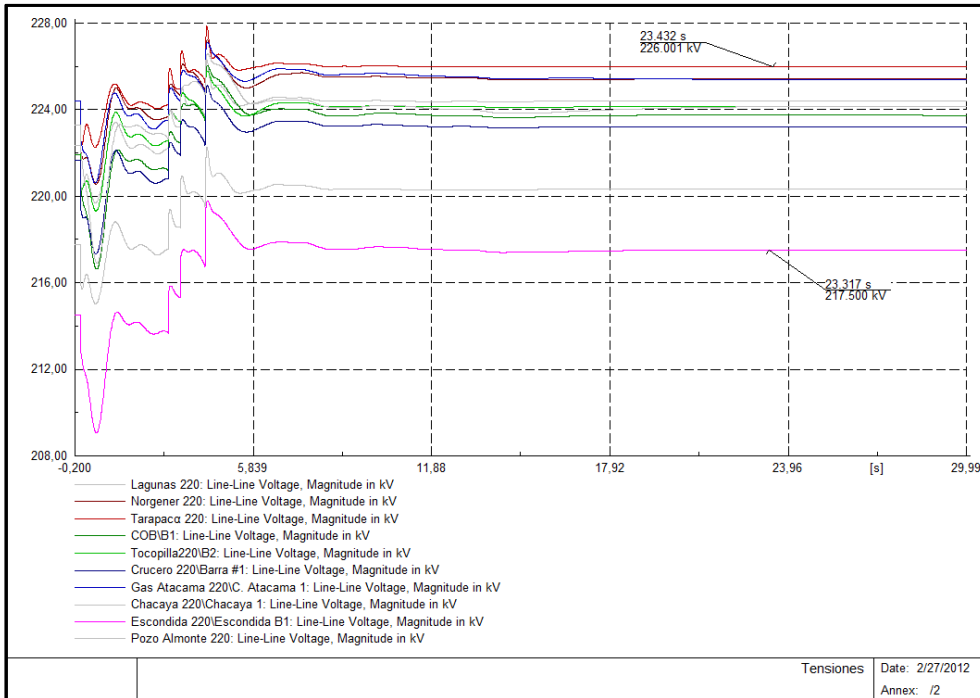


5.5.3.2 Considerando EDAC modificado

- Frecuencia en barra Crucero 220 kV

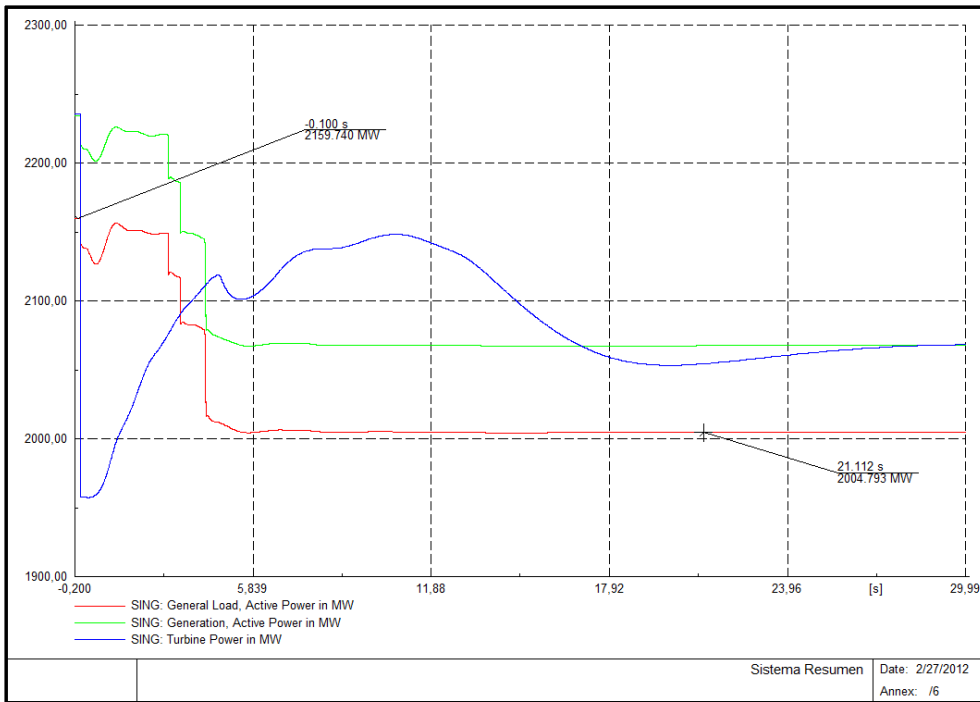


- Tensión en barras 220 kV

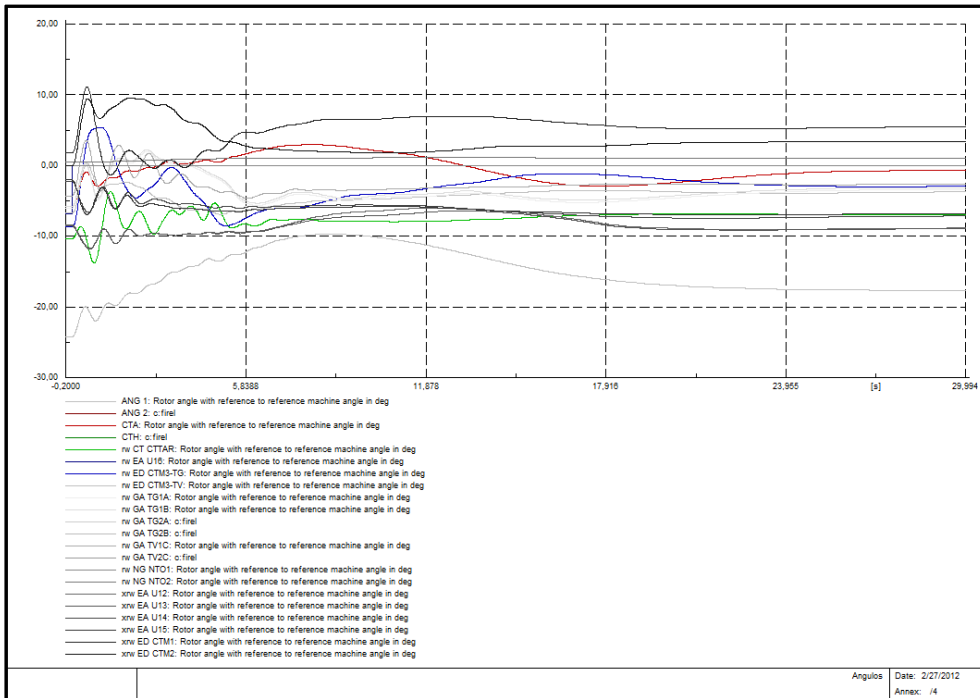




• Respuesta del Sistema



• Ángulos rotóricos relativos de las Unidades





Versión: 2.0

Los resultados demuestran que el impacto de la modificación del EDAC de las Empresas Distribuidoras, no tiene efectos a nivel de respuesta dinámica del sistema, alcanzando el sistema la misma frecuencia con y sin el cambio propuesto. En la tabla N°3 se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla N°3: Resumen del análisis de la operación del EDAC.

Desconexión Generación Neta [MW]	EDAC Modificado	Escalones de EDAC Operados	Frecuencia Mínima Hz
210	Sí	1	48.902
	No	1	48.903
230	Sí	2	48.882
	No	2	48.882
270	Sí	3	48.781
	No	3	48.781