

**CDEC-SIC**  
Centro de Despacho Económico de Carga  
Sistema Interconectado Central  
CHILE

# Acondicionamiento de Base de Datos para estudio de PDCE

Proyecto EE-2011-009  
Informe Técnico EE-ES-2011-072  
Revisión D



**ESTUDIOS ELECTRICOS**



**FIELD TESTING AND ELECTRICAL  
COMMISSIONING**

**ISO9001:2008 Certified**

**15.Julio.2011**

Este documento EE-ES-2011-072 fue preparado para CDEC-SIC por ESTUDIOS ELÉCTRICOS en Rosario, Santa Fe, Argentina. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con: [Ir al índice](#)

**Ing. Alejandro Musto**

Estudios Eléctricos SRL

Departamento de Estudios Especiales

[musto@estudios-electricos.com](mailto:musto@estudios-electricos.com)

Estudios Eléctricos S.R.L.

Av. Jorge Newbery 8796

(2000) Rosario – Santa Fe - Argentina

Esta es la versión 37 del presente documento. Última modificación el 19/07/2011 por David Perrone. Los cambios realizados se resumen a continuación.

Rev.	Comentario	Realizó	Revisó	Aprobó
A	Para presentar	DP	AM	FL
B	Se amplía el nivel de detalle	AM	FL	FL
C	Se amplía el nivel de detalle.	AM	FL	FL
D	Se amplía el nivel de detalle. Se modifica el modelo de EDAC	AM	FL	FL

## Índice

1 Resumen Ejecutivo.....	4
2 Antecedentes.....	6
3 Objetivos.....	8
4 Migración a Power Factory versión 14.....	9
4.1 Re-estructuración de la BD.....	10
Biblioteca.....	10
Datos de la Red.....	11
Variaciones Topológicas.....	12
Escenarios de Operación.....	13
Casos de Estudio.....	15
Herramientas adicionales.....	17
4.2 Adaptación de Modelos.....	19
5 Acondicionamiento General de la BD.....	23
5.1 Incorporación de Modelos.....	23
5.1.1 Modelos Estáticos.....	23
Representación del sistema actual.....	23
Representación del sistema futuro (horizonte de 5 años).....	24
5.1.2 Modelos Dinámicos.....	26
Modelos homologados.....	26
Modelos NO homologados.....	27
Controlador de STATCOM Cerro Navia.....	27
Controlador de CER Polpaico.....	31
5.2 Corrección de Modelos.....	33
5.2.1 Modelos Estáticos.....	33
5.2.2 Modelos Dinámicos.....	34
AVR San Isidro 2.....	34
AVR Nehuenco 1 TG.....	35
Esquema de MAIS.....	36
Relé de frecuencia.....	37
5.3 Actualización de Modelos.....	39
5.3.1 Esquema de DAC.....	39
Modelo.....	40
Cargas asociadas al Esquema.....	42
Corte de Carga a realizar por Relé.....	42
Escalado de la Demanda de EDAC.....	42
5.3.2 Relés de Frecuencia de Generadores.....	43

## 1 Resumen Ejecutivo

El presente documento corresponde a la etapa inicial de los estudios de detalle para la implementación de un esquema de defensa, que permita afrontar las contingencias más críticas definidas por la DO en su ranking de contingencias extremas, consistentes en:

- Falla y desvinculación del doble circuito Quillota – Polpaico 220kV
- Falla y desvinculación del sistema de transmisión que conecta las SS/EE Charrúa y Ancoa.
- Falla y desvinculación del doble circuito San Luis – Quillota 220kV
- Falla y desvinculación de barra Ancoa 500kV

Cada una de estas contingencias se encuentra asociada a un Estudio de PDCE.

Este documento corresponde a la etapa A del primer estudio de PDCE (Quillota – Polpaico 220kV), y contiene los detalles del acondicionamiento de la base de datos del SIC, empleada en los cuatro (4) estudios antes mencionados.

La BD inicial corresponde a la base oficial del SIC, en formato DIgSILENT Power Factory v13.2. Esta BD fue migrada a Power Factory v14.0.519 mediante la rutina incluida en el software y posteriormente acondicionada, en dos instancias, y con objetivos diferentes:

- ➔ La primer instancia de acondicionamiento está enfocada a que la BD mantenga la misma funcionalidad que tenía en v13.2. Se verifica aquí que todos los modelos de la red resulten aptos para trabajar en la nueva versión del PowerFactory, independientemente de si el modelo representa o no la realidad.

Se encuentran enmarcados dentro de esta etapa los siguientes puntos:

- Re-estructuración de la BD (apartado 4.1 )
  - Adaptación de los modelos dinámicos (apartado 4.2 )
- ➔ La segunda instancia corresponde a un acondicionamiento propio de la BD, y ajeno a la nueva versión del simulador. Se verifican, se actualizan, se corrigen y adicionan modelos a la BD, pretendiendo mejorar las representación del SIC.

Se encuentran enmarcados dentro de esta etapa los siguientes puntos:

- Incorporación de modelos (apartado 5.1 )
- Corrección de modelos (apartado 5.2 )
- Actualización de modelos (apartado 5.3 )

Lo que motiva la migración a versión 14 es:

- Emplear las mejoras de la última actualización (versión 14) del software (se adjunta un documento donde se indican las mejoras en el software, desde la v14.0.508 hasta la v14.0.519, respecto a la antigua versión 13).
- Modelar adecuadamente los equipos de compensación de potencia reactiva, tales como CER (estatismo) y STATCOM (VSC).
- Trabajar independiente con escenarios de operación, condiciones topológicas y casos de estudio.
- Modelar obras futuras como posibles variaciones topológicas.

Adjunto al presente documento, se entrega dicha base de datos, en DIgSILENT Power Factory versión 14.0.519. La denominación es "BD CDEC-SIC v14\_110502.pfd".

## 2 Antecedentes

La Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS) establece que se deberá elaborar el "Estudio para Plan de Defensa contra Contingencias Extremas en el SI", en adelante el Estudio, el cual deberá ser actualizado cada 4 años.

Según se define en el *Artículo 6-59* de la NTSyCS vigente (Octubre de 2009), el Plan de Defensa contra Contingencias Extremas definido en el Estudio comprenderá un esquema automático de utilización de Recursos Especiales de Control de Contingencias, el cual, ante la detección de una contingencia que condujese a un apagón, produzca el desmembramiento o desconexión controlada de algunos elementos del SI, tal que, permita mantener la estabilidad del SI o de las islas eléctricas originadas por la propia contingencia o de islas eléctricas inducidas, con el objeto de evitar un apagón total.

Debido a las características particulares del SIC, en muchos casos puede ser conveniente afrontar los efectos causados por las contingencias extremas a través de desconexiones automáticas de carga, generación u otros elementos del sistema de transmisión, sin necesidad de segmentar el sistema. Sin embargo, si se conforman islas eléctricas por aplicación del Plan de Defensa contra Contingencias Extremas, éstas deberán estar equilibradas en potencia activa y reactiva, y disponer de recursos suficientes para mantenerse estables con un adecuado control de tensión y frecuencia, de acuerdo con las exigencias para el Estado de Emergencia, y que puedan alcanzar las condiciones necesarias para la sincronización con el resto del SI.

Por otro lado, el *Artículo 6-61* define que la operación de los automatismos que configuran el Plan de Defensa contra Contingencias Extremas no debe interferir con la operación de ninguna otra instalación del SI, incluyendo aquellas relacionadas con el EDAC y las que se emplean durante las maniobras de sincronización.

Los Recursos Especiales de Control de Contingencias solamente deberán operar para Contingencias Extremas, toda vez que no se espera que las instalaciones de protección, control, y los EDAC, existentes, por si solos puedan evitar el Apagón Total o Apagón Parcial del SI.

En relación con lo señalado, la Dirección de Operación del CDEC-SIC, en adelante la DO, contrató el estudio correspondiente a un consultor, el que realizó un análisis técnico del impacto en el SIC ante la aplicación de diversas contingencias que conducen a apagones totales y parciales en diferentes condiciones de operación. De acuerdo con lo anterior, el Estudio PDCE presentado por el consultor, documentado en su Informe Final del 15 de mayo de 2009, contempla lo siguiente:

- un diagnóstico del impacto o efectos en el SIC producto de esas contingencias,
- una clasificación de las contingencias de mayor impacto en términos del porcentaje de pérdida de consumos respecto de la demanda total, efectividad y complejidad de aplicación.

[Ir al índice](#)

- un diseño conceptual del PDCE para las contingencias de mayor impacto,
- un diseño de detalle del PDCE para las contingencias de mayor impacto, pero para un espectro reducido de escenarios de operación,
- una valorización de tipo general, particularmente en lo relacionado con los sistemas de comunicación,
- un plan de obras de tipo general para la implementación del PDCE y finalmente,
- una recomendación de aquellas contingencias que debieran ser consideradas en la implementación inicial del PDCE para el SIC.

En base a los resultados presentados por el Consultor en su informe final, la DO realizó una revisión de las contingencias analizadas en el Estudio y definió un ranking de contingencias extremas, según su impacto en el sistema.

El presente documento forma parte de los estudios de detalle para la implementación de un esquema de defensa, que permita afrontar las contingencias más críticas definidas por la DO en su ranking de contingencias extremas, consistentes en:

- falla y desvinculación del doble circuito Quillota – Polpaico 220kV
- falla y desvinculación del sistema de transmisión que conecta las SS/EE Charrúa y Ancoa
- falla y desvinculación del doble circuito San Luis – Quillota 220kV
- falla y desvinculación de barra Ancoa 500kV

Específicamente, este documento corresponde a la etapa inicial de tales estudios, correspondiente a la consolidación de la base de datos del SIC.

### 3 Objetivos

Los objetivos de la Etapa A corresponden a:

- acondicionar la base de datos entregada por el CDEC-SIC para estudios de grandes perturbaciones, adicionando todo el modelado que se considere necesario (equipamiento actual no modelado, equipamiento en construcción y recomendado por la CNE para un horizonte de 4 años)
- migrar la BD a versión 14, de manera de poder representar adecuadamente todas las instalaciones del sistema (ej: STATCOM),
- adaptar la BD a la nueva filosofía de DIgSILENT versión 14,
- verificar el correcto funcionamiento de la BD en la nueva versión de DIgSILENT,
- verificar que la BD mantenga las mismas funcionalidades que en versión 13 (ej: análisis modal)

Se plantea como objetivo secundario optimizar la base de datos, con el fin de reducir tiempos de ejecución propios del simulador, entiéndase: tiempos asociados al manejo de escenarios (activación/desactivación), de casos de estudio, y fundamentalmente, tiempos asociados a simulaciones dinámicas de transitorios electromecánicos.



## 4 Migración a Power Factory versión 14

La BD inicial corresponde a la base oficial del SIC, en formato DIgSILENT Power Factory v13.2. Esta BD fue migrada a Power Factory v14.0.519 mediante la rutina incluida en el software y posteriormente acondicionada, en dos instancias, y con objetivos diferentes.

Este capítulo corresponde a la primer instancia de acondicionamiento, y está enfocada a que la BD mantenga la misma funcionalidad que tenía en v13.2. Se verifica aquí que todos los modelos de la red resulten aptos para trabajar en la nueva versión del PowerFactory, independientemente de si el modelo representa o no la realidad.

Se encuentran enmarcados dentro de esta etapa los siguientes puntos:

- Re-estructuración de la BD (apartado 4.1 )
- Adaptación de los modelos dinámicos (apartado 4.2 )

Lo que motiva la migración a versión 14 es:

- Emplear las mejoras de la última actualización (versión 14) del software (se adjunta un documento donde se indican las mejoras en el software, desde la v14.0.508 hasta la v14.0.519, respecto a la antigua versión 13).
- Modelar adecuadamente los equipos de compensación de potencia reactiva, tales como CER (estatismo) y STATCOM (VSC).
- Trabajar independiente con escenarios de operación, condiciones topológicas y casos de estudio.
- Modelar obras futuras como posibles variaciones topológicas.

#### 4.1 Re-estructuración de la BD

La base de datos ha sido estructuralmente reformulada, utilizando la nueva filosofía de trabajo de DigSILENT PF v14. En ésta se presentan básicamente cinco componentes:

##### **Biblioteca**

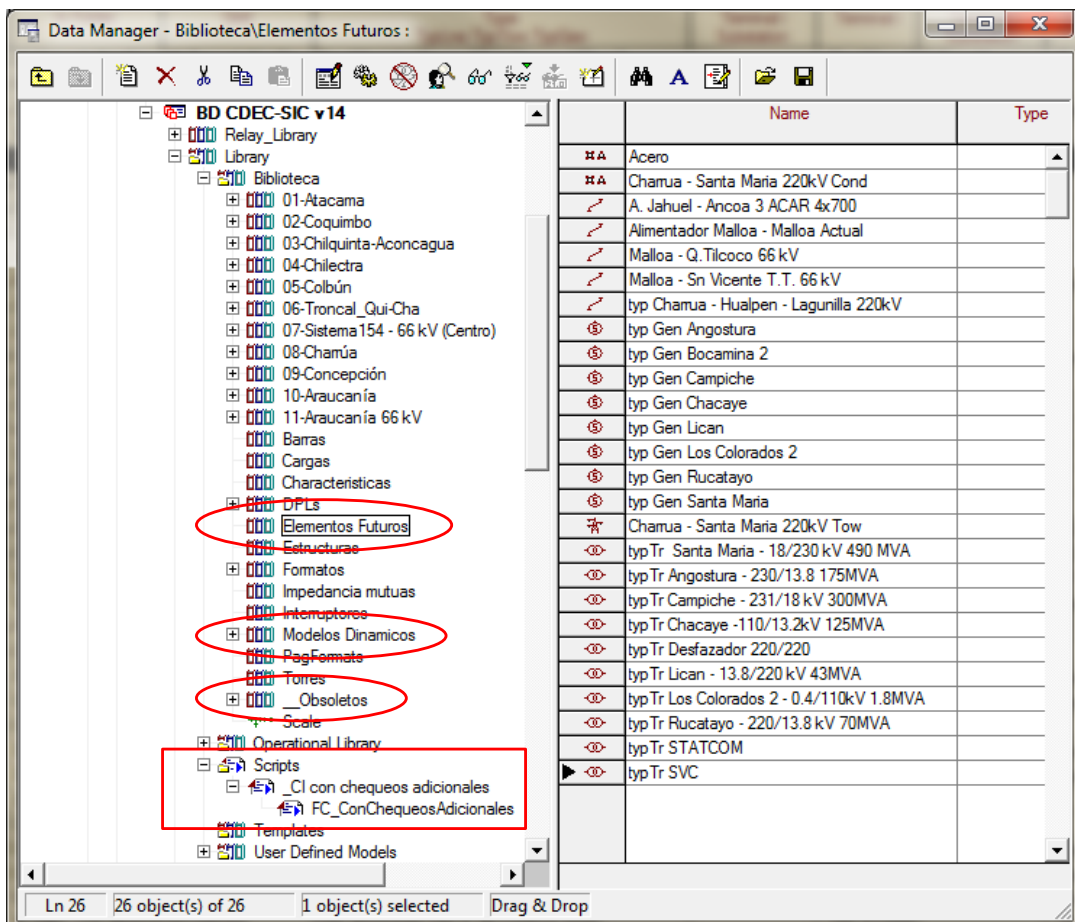
Conceptualmente resulta análoga a la existente en PF v13.2.

Contiene información de todos los "tipos" de los elementos estáticos de la red (líneas, transformadores, generadores, elementos de compensación, etc.), como así también de los modelos dinámicos (AVR, GOV, PSS, MAIS, etc).

Incluye una subcarpera denominada "scripts", donde se almacenan distintas DPLs generadas para verificar condiciones de operación, ya sean estáticas (flujo de cargas) o dinámicas (condiciones iniciales).

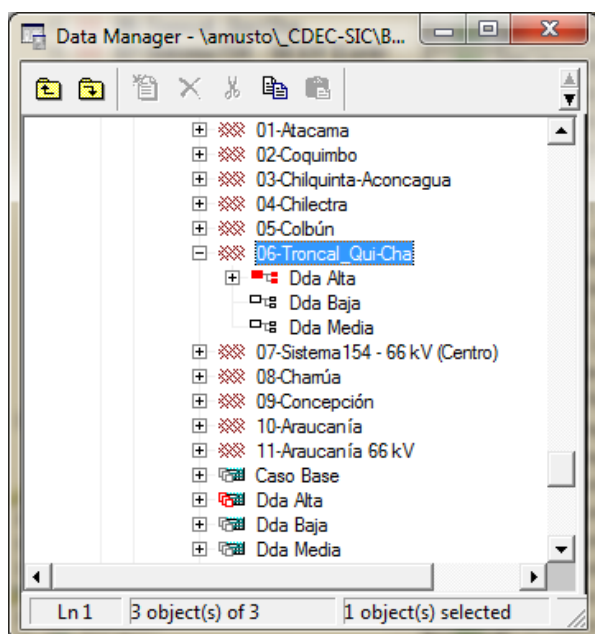
Se crea la carpeta "\_\_Obsoletos" donde se almacenan todos los modelos originales que ya no son tenidos en cuenta por los elementos de la red.

Todos los modelos dinámicos se encuentran ahora contenidos en una subcarpeta denominada "Modelos Dinamicos", y todas las obras futuras en una subcarpeta denominada "Elementos Futuros", según se muestra a continuación.

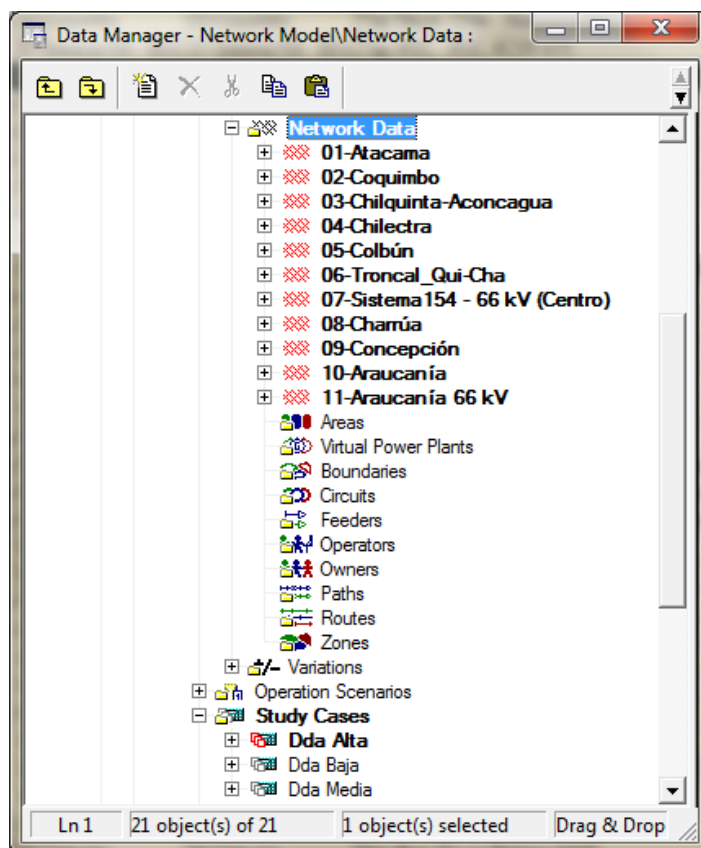


### Datos de la Red

Contiene toda la información de los elementos constitutivos de la red. Nótese que ahora, todos los elementos de la RED se encuentran contenidos en un sólo GRID, no existiendo "System Stages" como en versión 13, los que se creaban con las denominadas "VARIACIONES".



VERSIÓN 13

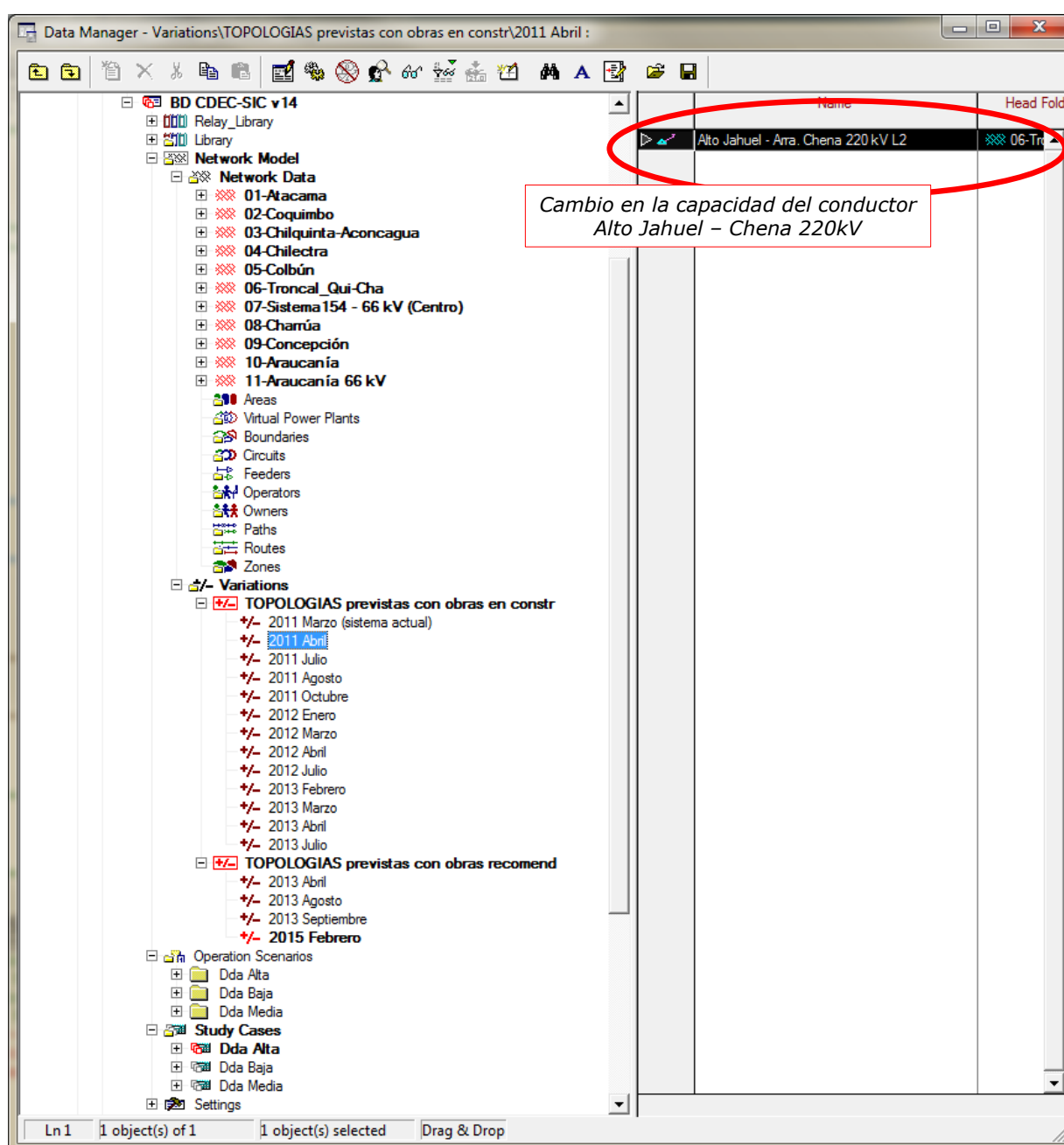


VERSIÓN 14

## Variaciones Topológicas

Almacena la información de modificaciones de la red tales como: ingreso de nuevos elementos, modificaciones topológicas, cambios de controladores, etc. Este componente se introduce en la v14.0 permitiendo independizar las modificaciones de la red asociadas a nuevas obras, de los escenarios de demanda, los despachos de las unidades y las condiciones operativas así como también de los casos de estudio. Estas variaciones topológicas se encontraban, en la versión 13.2, dentro de los datos de la Red.

Vale como ejemplo, presentar las variaciones realizadas para el propio estudio de PDCE, con cambios topológicos hasta el año 2015 (ver figura siguiente).

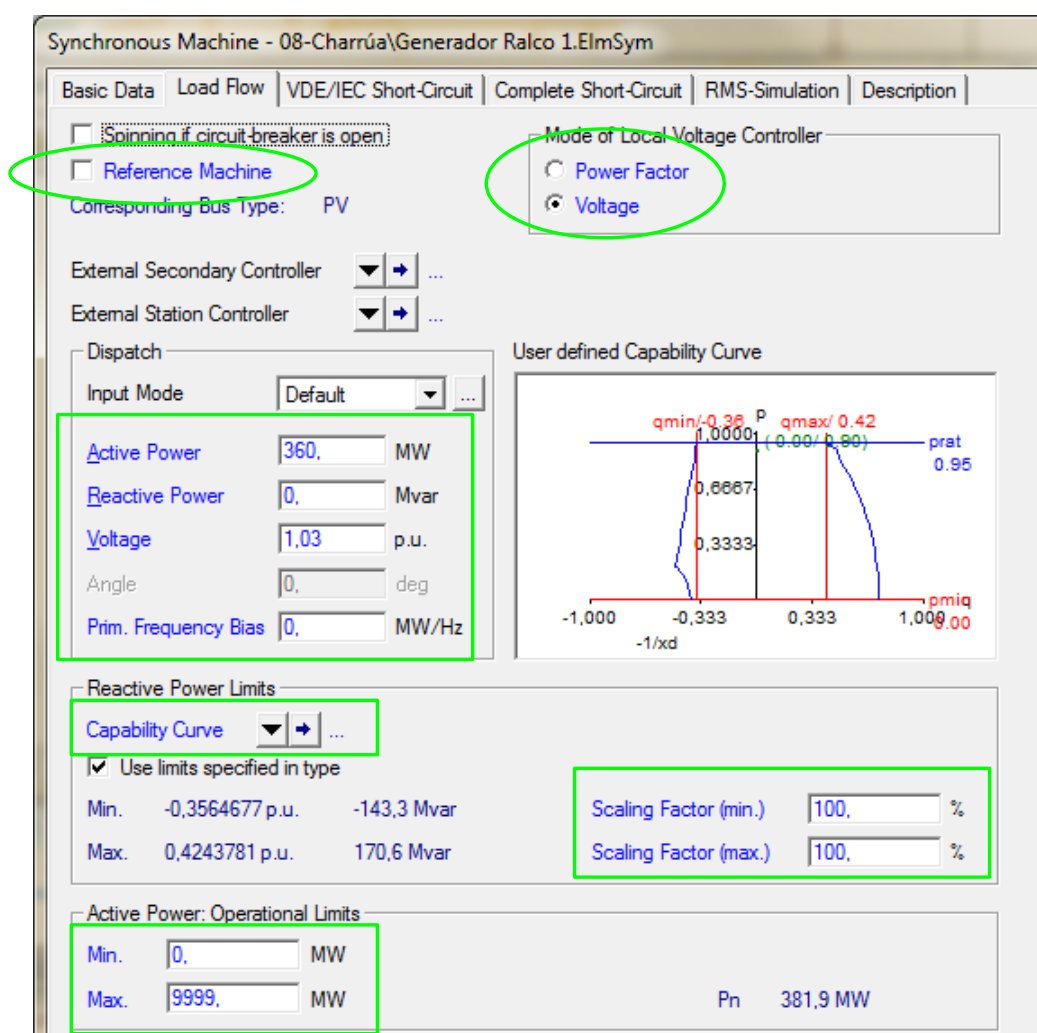


## Escenarios de Operación

Este componente se introduce en la v14.0 para almacenar la información relativa a los niveles de demanda, despachos de generadores, y condiciones operativas, las que resultan independientes de la topología del sistema.

Como ejemplo pueden citarse: estado de interruptores, posición de topes de transformadores, despacho de generadores (P, Q, set-point de tensión), condición operativa de equipos (E/S o F/S), etc.

Las variables dependientes del "operation scenario" se encuentran siempre indicadas con color azul claro, tal como se resaltan en la figura siguiente.



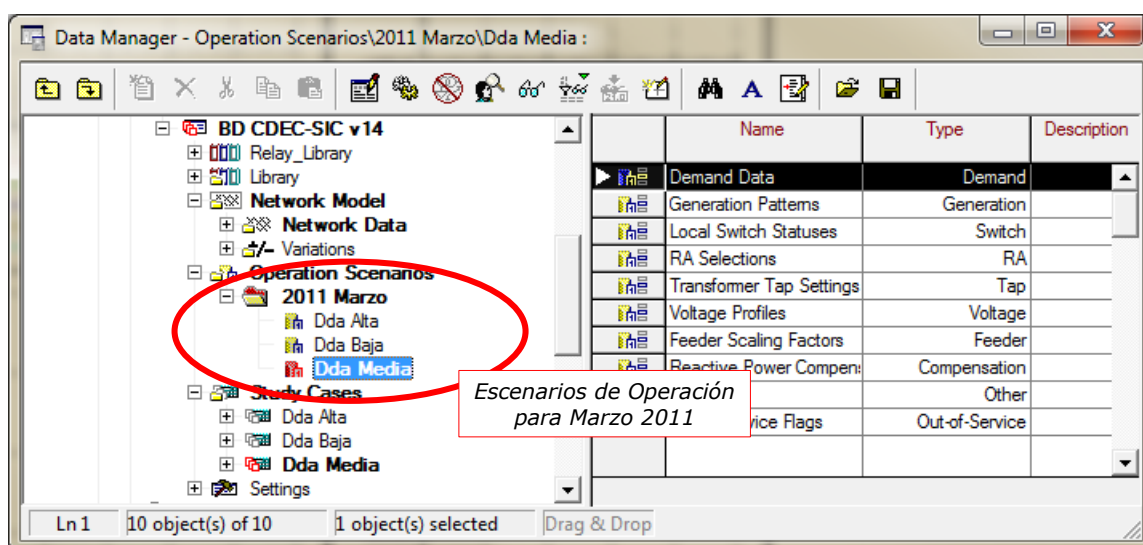
Los escenarios de estudio presentes en la BD corresponden a escenarios base, con niveles de demanda bajo, medio y alto previstos para el mes de Marzo (2011), para hidrología seca. Estos escenarios aún no pretenden maximizar ninguna condición operativa particular, sólo presentar los niveles de demanda a considerar, y condiciones típicas de despacho.

[Ir al índice](#)

Dentro de cada estudio de PDCE, se re-diseñarán estos escenarios de operación, pretendiendo maximizar el impacto de la contingencia extrema bajo análisis.

La tabla siguiente muestra los niveles de demanda para los escenarios ahora presentados; la figura posterior, presenta la representación en DiGSILENT.

TIPO DE HIDROLOGÍA	TIPO DE DEMANDA	NIVEL DE DEMANDA
SECA	ALTA	6500 MW
SECA	MEDIA	6000 MW
SECA	BAJA	4150 MW



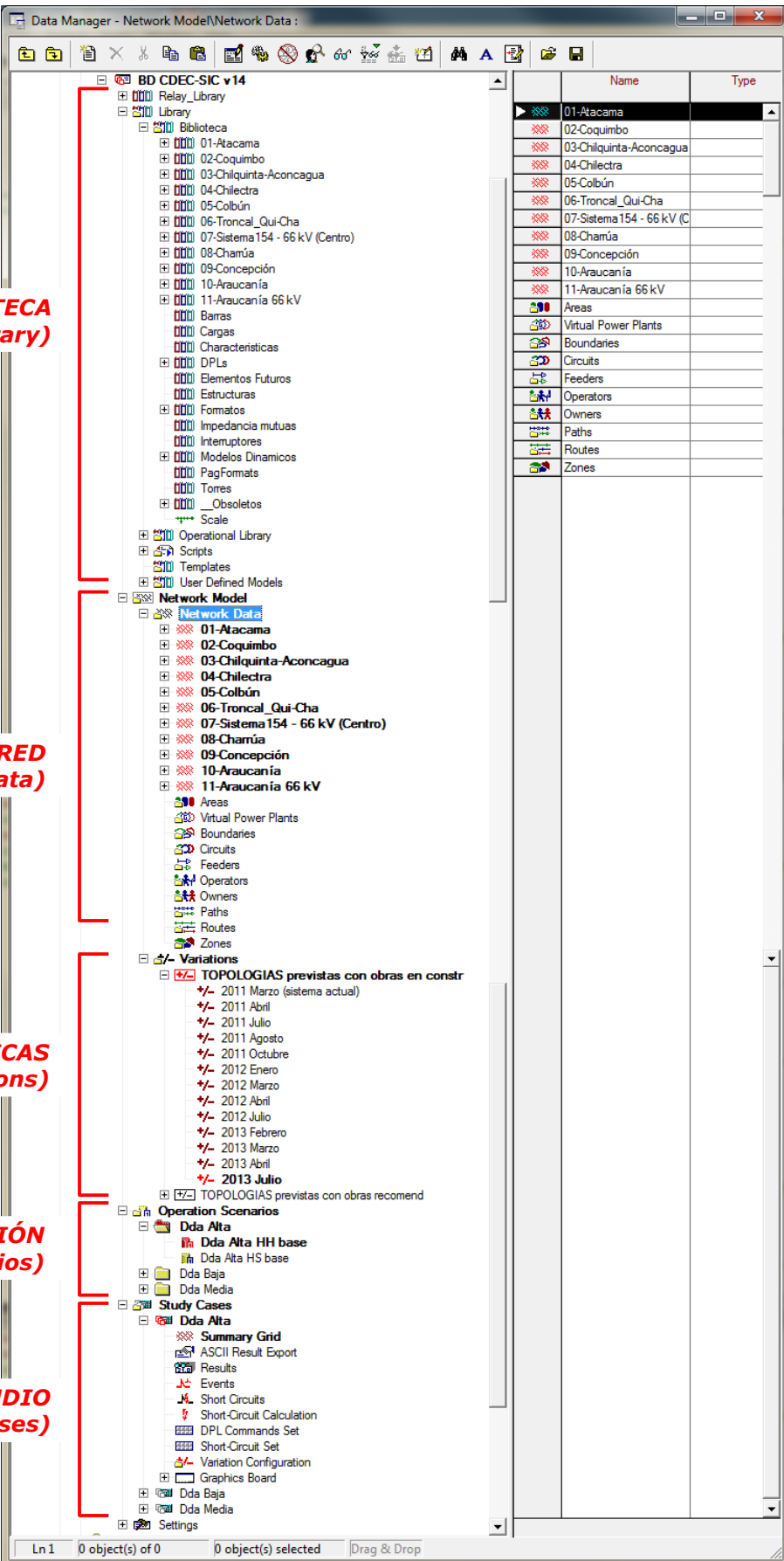
## **Casos de Estudio**

A partir de la v14.0 esta carpeta contiene sólo información asociada a los estudios, tales como:

- opciones de cálculo de flujo de carga,
- opciones de cálculo de cortocircuitos,
- opciones de cálculo de condiciones iniciales,
- eventos y resultados de simulaciones,
- sets de elementos,
- gráficas, etc.

A su vez, son los casos de estudio (Study Cases) los que relacionan la red (Network Data), los cambios topológicos (Variations), y el escenario de operación (Operation Scenario).

En la figura siguiente puede observarse la BD desplegada, incorporando cada uno de los componentes recientemente detallados.



**BIBLIOTECA (Library)**

**DATOS DE LA RED (Network Data)**

**VARIACIONES TOPOLÓGICAS (Variations)**

**ESCENARIOS DE OPERACIÓN (Operation Scenarios)**

**CASOS DE ESTUDIO (Study Cases)**

Name	Type
01-Atacama	
02-Coquimbo	
03-Chilquinta-Aconcagua	
04-Chilectra	
05-Colbún	
06-Troncal_Qui-Cha	
07-Sistema 154 - 66 kV (C	
08-Charrúa	
09-Concepción	
10-Araucanía	
11-Araucanía 66 kV	
Areas	
Virtual Power Plants	
Boundaries	
Circuits	
Feeders	
Operators	
Owners	
Paths	
Routes	
Zones	



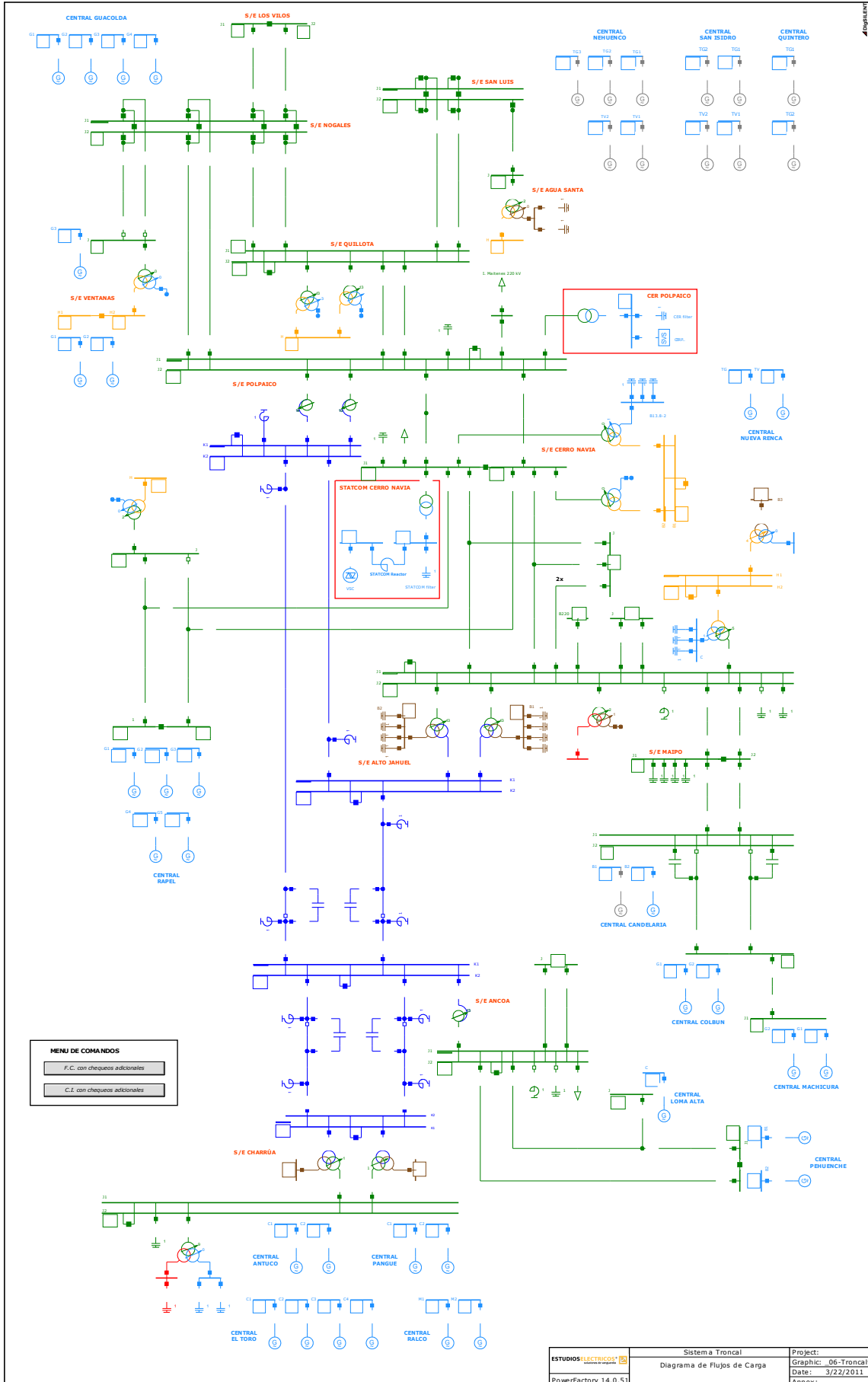
## Herramientas adicionales

Como se menciona anteriormente, la nueva BD cuenta con un conjunto de DPLs que permiten verificar el cumplimiento de los estándares de seguridad y calidad de servicio para flujos de carga (violaciones de tensión en nodos, y carga por transformadores y líneas), verificar el estado de los modelos de planta para análisis de transitorios electromecánicos, calcular reserva rodante disponible para regulación de frecuencia, etc.

También presenta un nuevo esquema unilineal de trabajo para el sistema troncal, denominado "\_06-Troncalv1", donde se grafica todo el sistema de 500kV y 220kV, desde Charrúa hasta Los Vilos. Se visualizan en este nuevo esquema:

1. red de 500 kV, completa
2. red de 220kV, desde Charrúa hasta Los Vilos
3. red de 220kV, sistema Colbún
4. CER Polpaico, y STATCOM Cerro Navia
5. centrales:
  1. Guacolda
  2. Ventanas
  3. Nehuenco
  4. San Isidro
  5. Nueva Renca
  6. Rapel
  7. Candelaria
  8. Colbún
  9. Machicura
  10. Pehuenche
  11. Loma Alta
  12. Antuco
  13. El Toro
  14. Pangué
  15. Ralco
6. Comandos de ejecución de las DPLs antes mencionadas

La figura siguiente muestra el esquema unilineal mencionado, considerando las condiciones topológicas actuales:

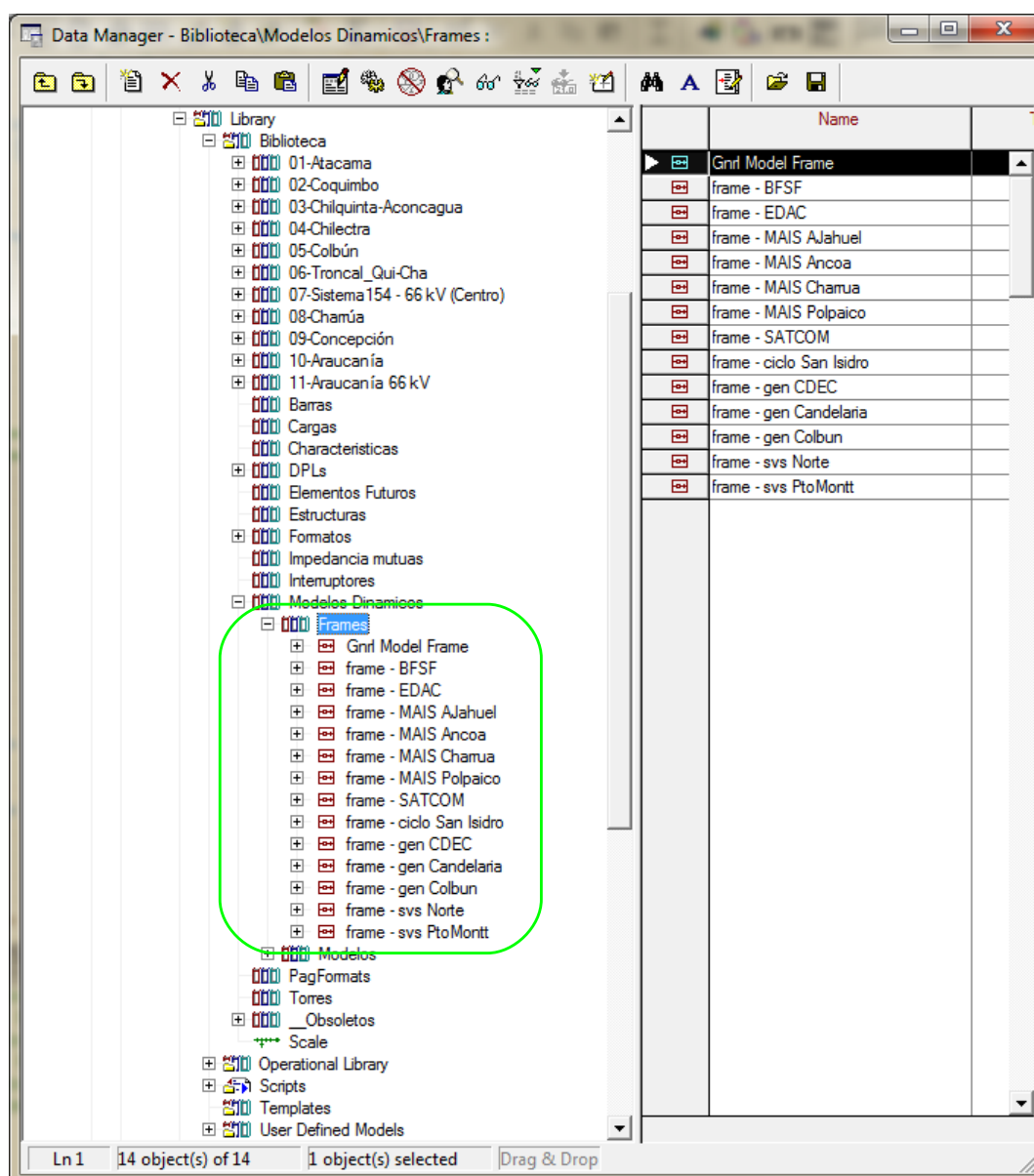


## 4.2 Adaptación de Modelos

Con el objetivo de mantener la misma funcionalidad que tenía la BD en v13.2, específicamente relativa al análisis modal, se modifican los marcos (frames) asociados a:

- plantas de unidades generadoras,
- relés de corte de carga,
- relés de baja y sobre-frecuencia,
- MAIS, y
- SVS.

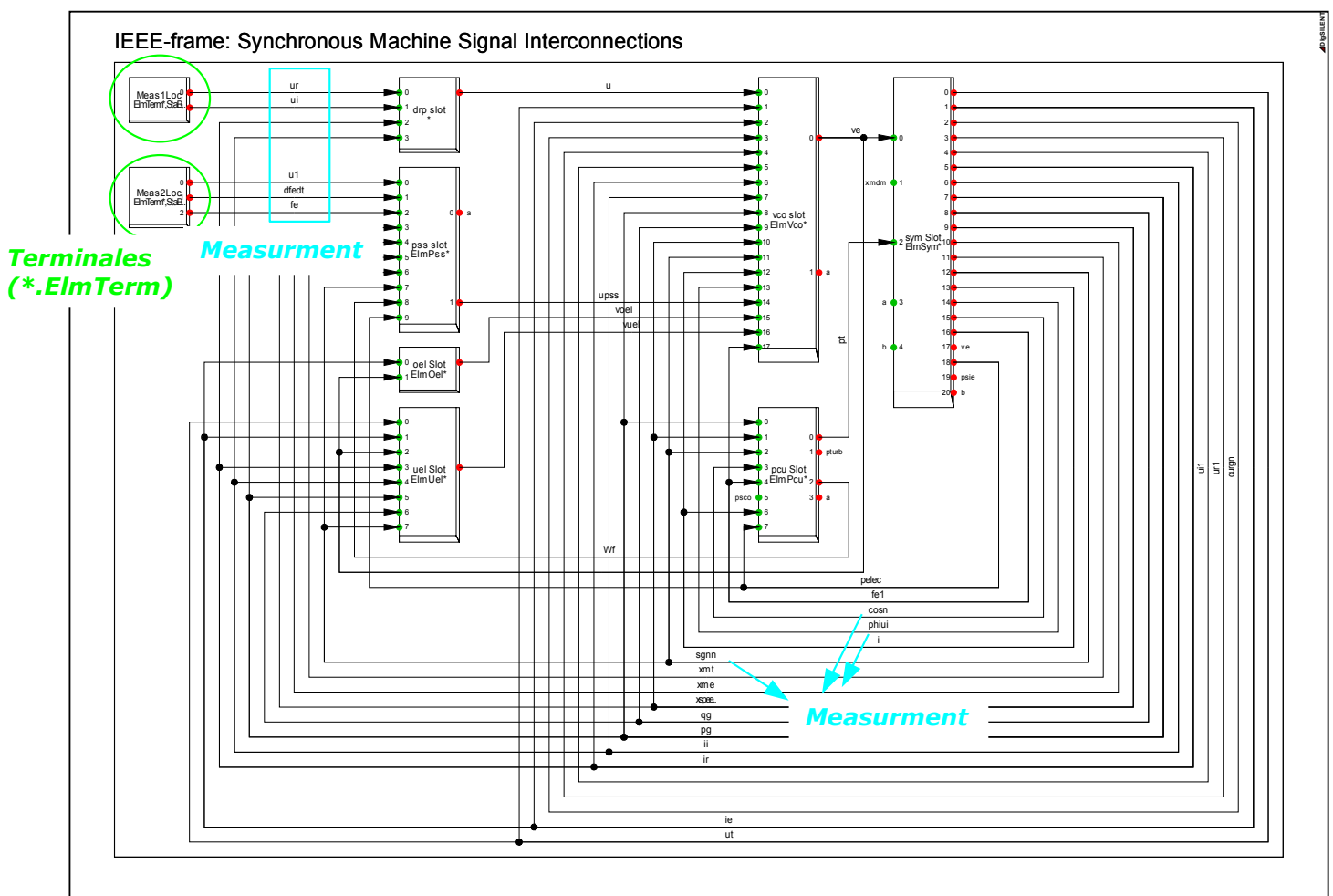
Todos los frames empleados por la BD se encuentran ahora en la sub-biblioteca: MODELOS DINÁMICOS → FRAMES, tal como se muestra en la siguiente figura.



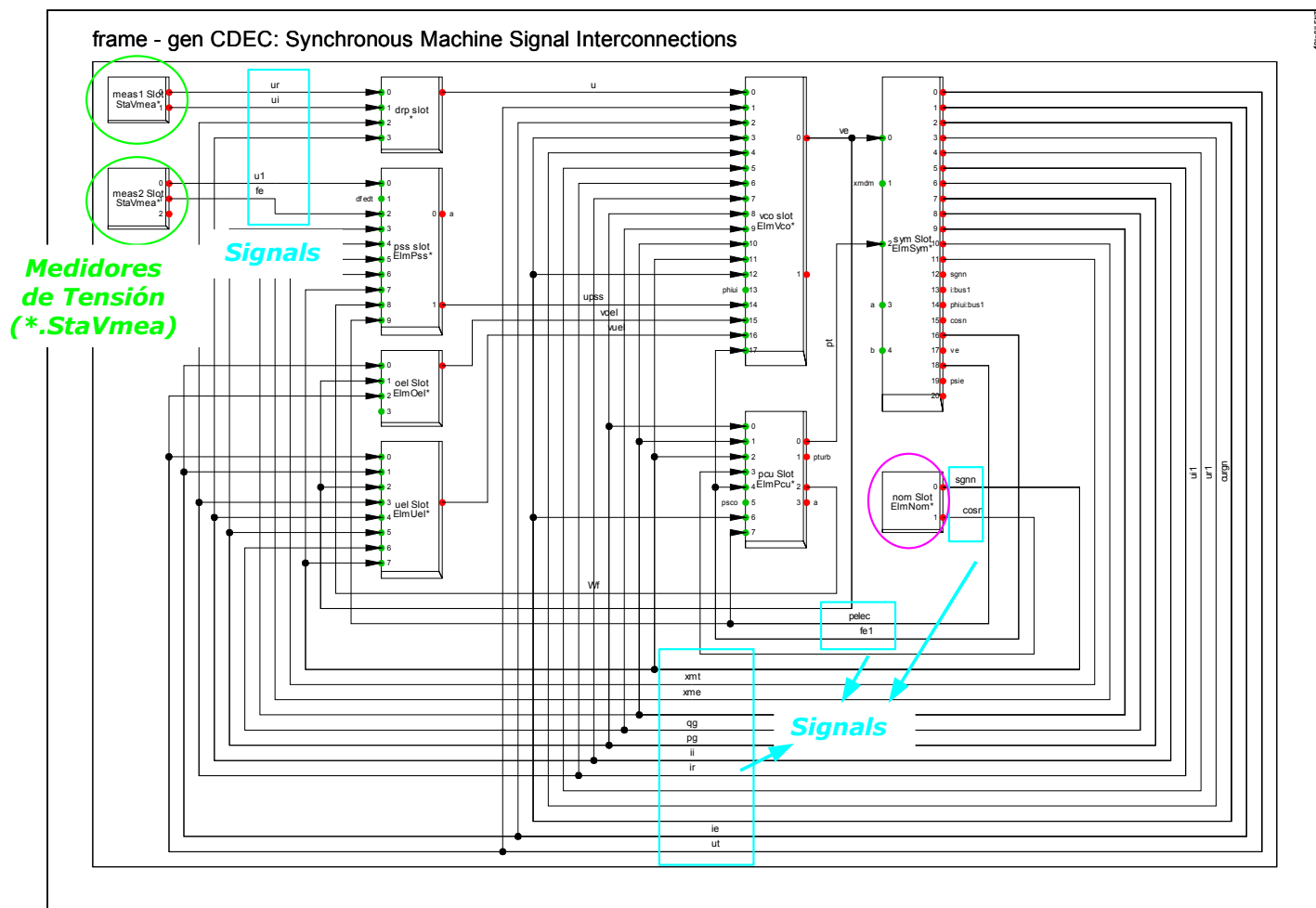
[Ir al índice](#)

La modificación principal consiste en el empleo de variables tipo "SIGNALS", reemplazando las antiguas variables tipo "MEASUREMENT". Si bien este cambio no altera el comportamiento dinámico de los modelos (sólo modifica la forma en la cual se transfiere la información entre la red y los modelos dinámicos), permite que el simulador pueda realizar todos los cálculos, incluyendo los de análisis modal.

A modo de ejemplo, en la figura siguiente se muestra el marco denominado originalmente IEEE-Frame, utilizado por todos los generadores que cuentan con ensayos de homologación. Allí pueden observarse múltiples variables de tipo "measurement", no aceptadas por DIGILENT para cálculos de por ejemplo, autovalores.

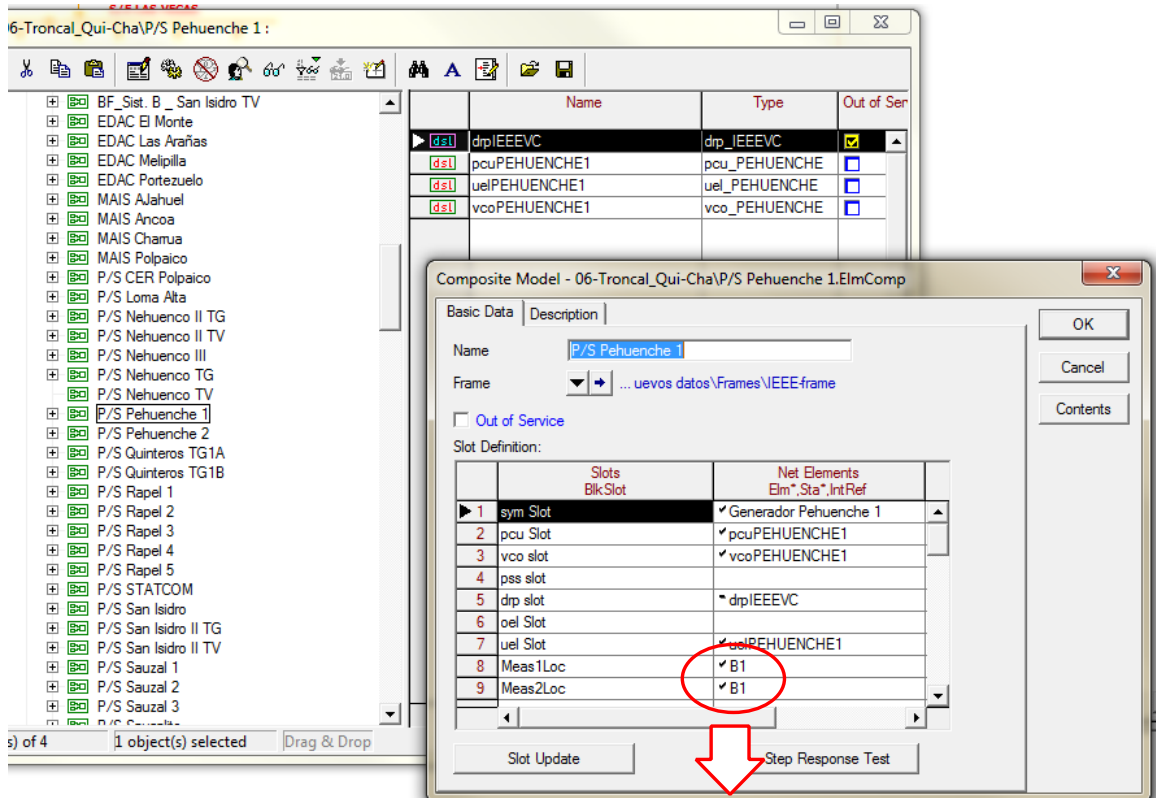


A continuación se presenta la nueva versión del IEEE-frame, reformulada por ESTUDIOS ELECTRICOS para la nueva versión de DIGILENT, reemplazando cada uno de los "measurement" por "signals".



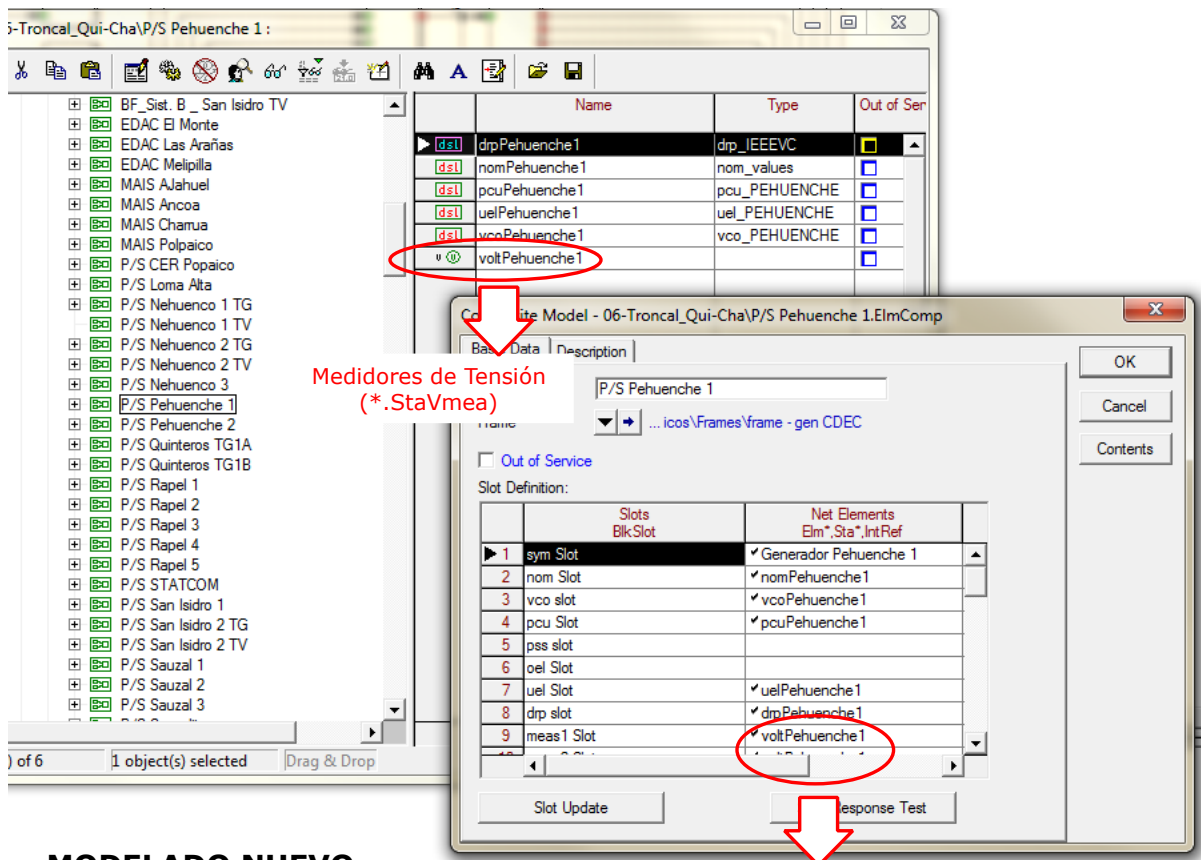
Comparando este frame con el anterior, se aprecia el cambio en la forma de obtener tensión de barra (antes mediante la propia barra, ahora mediante un medidor de tensión "StaVmea") y el uso de un componente adicional (color magenta) para realizar el pasaje de los datos nominales de las unidades generadoras. Con el modelo de *frame* anterior, resulta imposible obtener los valores nominales de las unidades generadoras (sgnn, cosn) mediante *signals*.

Al modificar el "frame", se modifican los modelos de planta, según se muestra a continuación:



**MODELADO ORIGINAL**

**Terminales  
(\* .ElmTerm)**



**MODELADO NUEVO**

**Medidores de Tensión  
(\* .StaVmea)**

## 5 Acondicionamiento General de la BD

Como se menciona en el RESUMEN EJECUTIVO, esta instancia corresponde a un acondicionamiento propio de la BD, el cual resulta ajeno a la nueva versión del simulador. Se verifican, actualizan, corrigen y adicionan modelos a la BD, pretendiendo mejorar la representación del SIC.

Según se presenta a continuación, la BD ha sido acondicionada incorporando todo el equipamiento necesario para los estudios, a fin de representar las características actuales del SIC, y futuras (horizonte de 5 años). Las obras futuras se modelan haciendo uso de las "variations", permitiendo activar o desactivar el plan de obras deseado.

La representación de cualquier condición planteada en los 4 Estudios de PDCE, sea estática o dinámica, será lograda con precisión si la incorporación de estos modelos es llevada a cabo.

### 5.1 Incorporación de Modelos

Debe mencionarse que algunos de los modelos aquí presentados ya se encontraban disponibles en la base de datos original; sin embargo, las incorporaciones corresponden a las últimas versiones de los mismos, con modelos homologados por ESTUDIOS ELÉCTRICOS SRL. Entiéndase por modelo homologado, una representación precisa del comportamiento de cada generador, regulador, o compensador, individualmente identificado en base a ensayos en campo.

Por otra parte, los modelos del STATCOM de Cerro Navia y del CER de Polpaico han sido suministrados por el fabricante, sin ensayos de homologación. Siendo que los tiempos de simulación se multiplican (hasta 3 veces) con la incorporación de estos modelos, ESTUDIOS ELECTRICOS generó modelos equivalentes, cuyas respuestas se ajustan a las presentadas por el fabricante. Un análisis de este aspecto puede encontrarse en el apartado 5.1.2, "Modelos NO homologados", donde se detallan las consideraciones del modelado de cada uno de estos elementos de compensación.

#### 5.1.1 Modelos Estáticos

##### Representación del sistema actual

1. CCEE Polpaico: 100MVA<sub>r</sub>; 220kV
2. CCEE Cerro Navia: 50MVA<sub>r</sub>, 220kV
3. CCEE Alto Jahuel: 50MVA<sub>r</sub>, 220kV
4. CER Polpaico: +110 / -70 MVA<sub>r</sub>; control con estatismo en Polpaico 220kV
5. STATCOM Cerro Navia: +140 / -65 MVA<sub>r</sub>; control con estatismo en Cerro Navia 220kV
6. Doble circuito Polpaico – Nogales 220 kV (realizado en base a información suministrada por TRANSELEC S.A.)


[Ir al índice](#)

### Representación del sistema futuro (horizonte de 5 años)

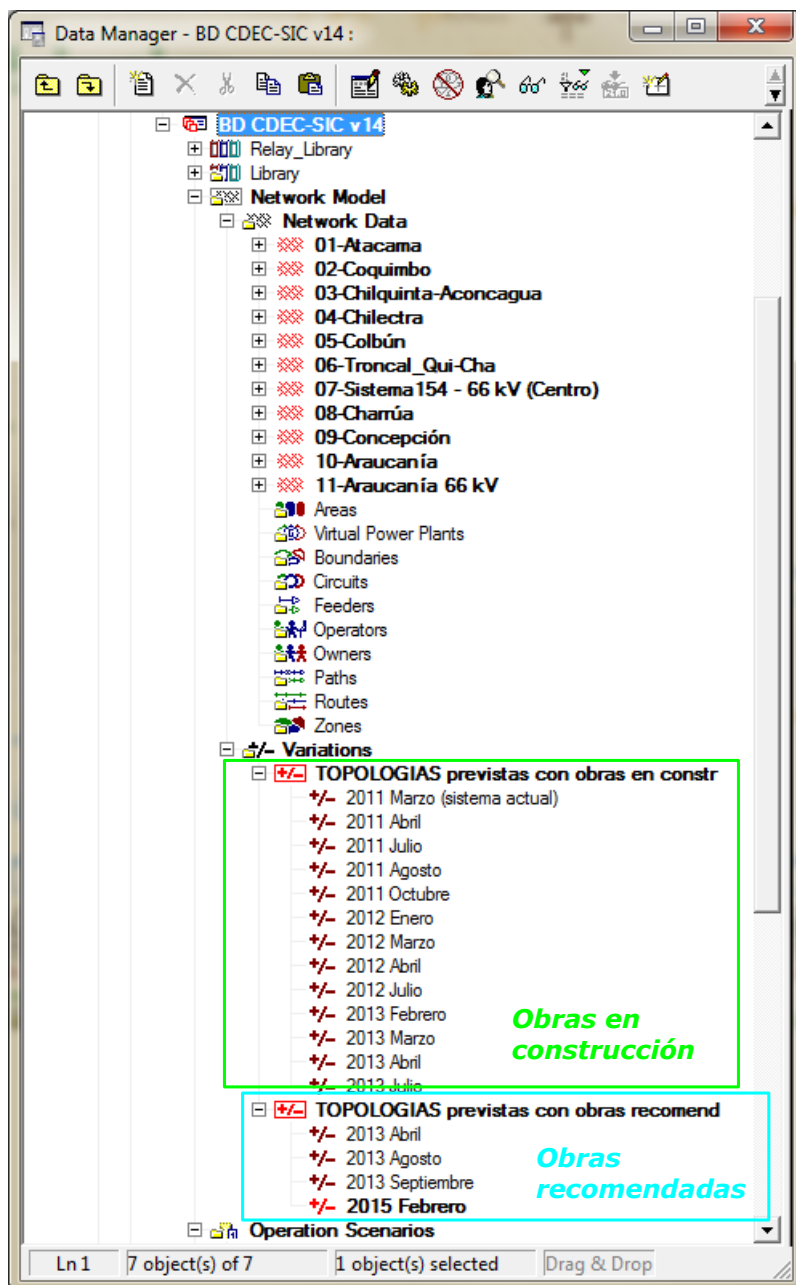
Se incorporan las obras definidas en el informe definitivo de precios de nudo correspondiente a Octubre de 2010, emitido por la CNE. Se incorporan las siguientes obras, definidas como obras en construcción y obras recomendadas:

FECHA DE ENTRADA		OBRAS <b>EN CONSTRUCCIÓN</b> DE GENERACIÓN	POTENCIA [MW]
MES	AÑO		
octubre	2010	Central Hidroeléctrica Confluencia	159
diciembre	2010	Central Hidroeléctrica Licán	17
febrero	2011	Turbina Diesel Campanario IV CC	60
julio	2011	Central Térmica Los Colorados II	9
agosto	2011	Central Carbón Santa María	343
octubre	2011	Chacayes	106
octubre	2011	Masisa	11,1
octubre	2011	Central Carbón Bocamina 02	342
marzo	2012	Rucatayo	60
abril	2012	Central Hidroeléctrica Laja I	36,8
julio	2012	Central Carbón Campiche	242
marzo	2013	Angostura	316
abril	2013	Central Hidroeléctrica San Pedro	144
FECHA DE ENTRADA		OBRAS <b>EN CONSTRUCCIÓN</b> DE TRANSMISIÓN	POTENCIA [MVA]
MES	AÑO		
octubre	2010	Cambio de conductor línea A. Jahuel - Chena 220 kV (Circuito 1)	400
febrero	2011	Línea Nogales - Polpaico 2x220 kV	2 x 1500
febrero	2011	Subestación Polpaico: Instalación segundo autotransformador 500/220 kV	750
abril	2011	Cambio de conductor línea A. Jahuel - Chena 220 kV (Circuito 2)	400
octubre	2011	Tramo de línea Chena - Cerro Navia 2x220 kV: cambio de conductor	2 x 400
enero	2012	Línea Ancoa - Polpaico 1x500 kV: seccionamiento	-
enero	2012	Línea de entrada a A. Jahuel 2x500 kV	2 x 1800
abril	2012	Subestación Cerro Navia: Instalación equipos de control de flujos	2 x 350
febrero	2013	Línea Tinguiririca - Punta de Cortés 154 kV: Cambio de Conductor	2 x 198
julio	2013	Línea Ancoa - A. Jahuel 2x500 kV: primer circuito	1400
FECHA DE ENTRADA		OBRAS <b>RECOMENDADAS</b> DE TRANSMISIÓN	POTENCIA [MVA]
MES	AÑO		
abril	2013	Subestación Charrúa: Instalación tercer autotransformador 500/220 kV	750
agosto	2014	Transformación 154 - 220 kV Sistema Alto Jahuel - Itahue	-
febrero	2015	Línea Charrúa - Ancoa 2x500 kV: primer circuito	1300



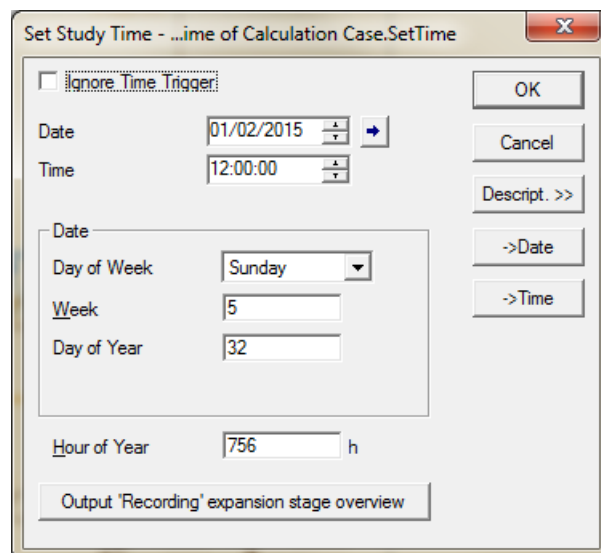
[Ir al índice](#)

Todas las obras futuras se modelan dentro de variaciones; las obras en construcción se modelan dentro de la variación "TOPOLOGIAS previstas con obras en constr", las obras recomendadas se modelan dentro de la variación "TOPOLOGIAS previstas con obras recomend", tal como se muestra en la figura siguiente:



Debe tenerse en cuenta que este manejo resulta completamente flexible; pueden considerarse ambos tipos de obras independientemente o de manera simultánea.

Más aún, puede definirse una fecha intermedia y por lo tanto, activar el esquema de obras de manera parcial, mediante el comando *Set Study Time*, como lo muestra la figura abajo presentada:-



## 5.1.2 Modelos Dinámicos

### Modelos homologados

Todos los modelos aquí presentados corresponden a homologaciones realizadas por ESTUDIOS ELECTRICOS, en base a ensayos en campo.

1. Controlador de CER Maitencillo
2. Controlador de CER Pan de Azúcar 1 y 2
3. Controlador de CER Puerto Montt
4. Generadores y Reguladores de las cuatro unidades de Guacolda
  1. Regulador de Tensión
  2. Estabilizador de Potencia
  3. Limitadores (OEL y UEL)
5. Generador y Reguladores de la unidad Nueva Ventanas
  1. Regulador de velocidad
  2. Regulador de Tensión
  3. Estabilizador de Potencia
  4. Limitadores (OEL y UEL)
6. Generador y Reguladores de la unidad Laguna Verde TG
  1. Regulador de Tensión
7. Generadores y Reguladores de las unidades Quintero, TG1 y TG2
  1. Regulador de velocidad
  2. Regulador de Tensión
  3. Estabilizador de Potencia
  4. Limitadores (OEL y UEL)
8. Reguladores de las cuatro unidades de El Toro
  1. Regulador de Tensión
  2. Estabilizador de Potencia
  3. Limitadores (OEL y UEL)
9. Generador y Reguladores de la unidad Los Pinos
  1. Regulador de velocidad
  2. Regulador de Tensión
  3. Estabilizador de Potencia
  4. Limitadores (UEL)

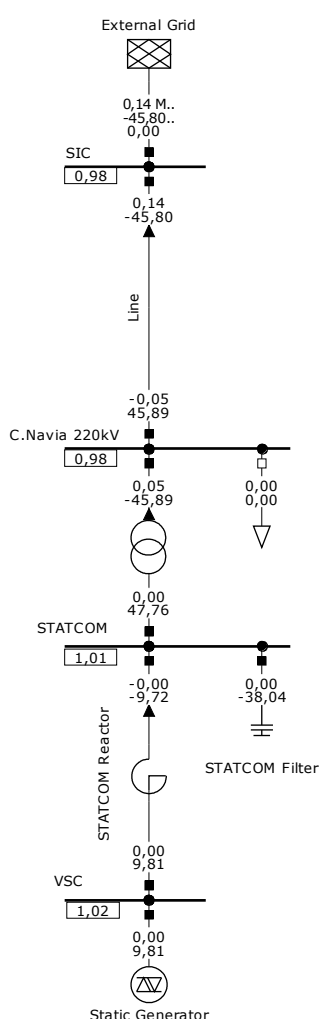
## Modelos NO homologados

Los modelos aquí presentados corresponden a modelos equivalentes, construidos en base a información del fabricante, o del ente operador.

### Controlador de STATCOM Cerro Navia

Como se menciona en el capítulo 5.1, el modelo del STATCOM de Cerro Navia ha sido suministrado por el fabricante, sin ensayos de homologación. Siendo que los tiempos de simulación se multiplican (hasta 3 veces) con la incorporación de este modelo, ESTUDIOS ELECTRICOS generó un modelo equivalente, optimizado, cuyas respuestas se ajustan a las presentadas por el fabricante.

Al igual que el modelo original, el nuevo control del STATCOM resulta de tipo PI (control proporcional + integral), con los limitadores y el "droop" necesario. La diferencia principal se encuentra en la variable de control: si bien ambos modelos controlan tensión en un nodo pre-definido, el modelo original lo hace operando sobre las tensiones de eje directo y cuadratura del VSC, y el modelo nuevo lo hace mediante la corriente de eje cuadratura, acelerando los tiempos de cálculo y procesamiento.



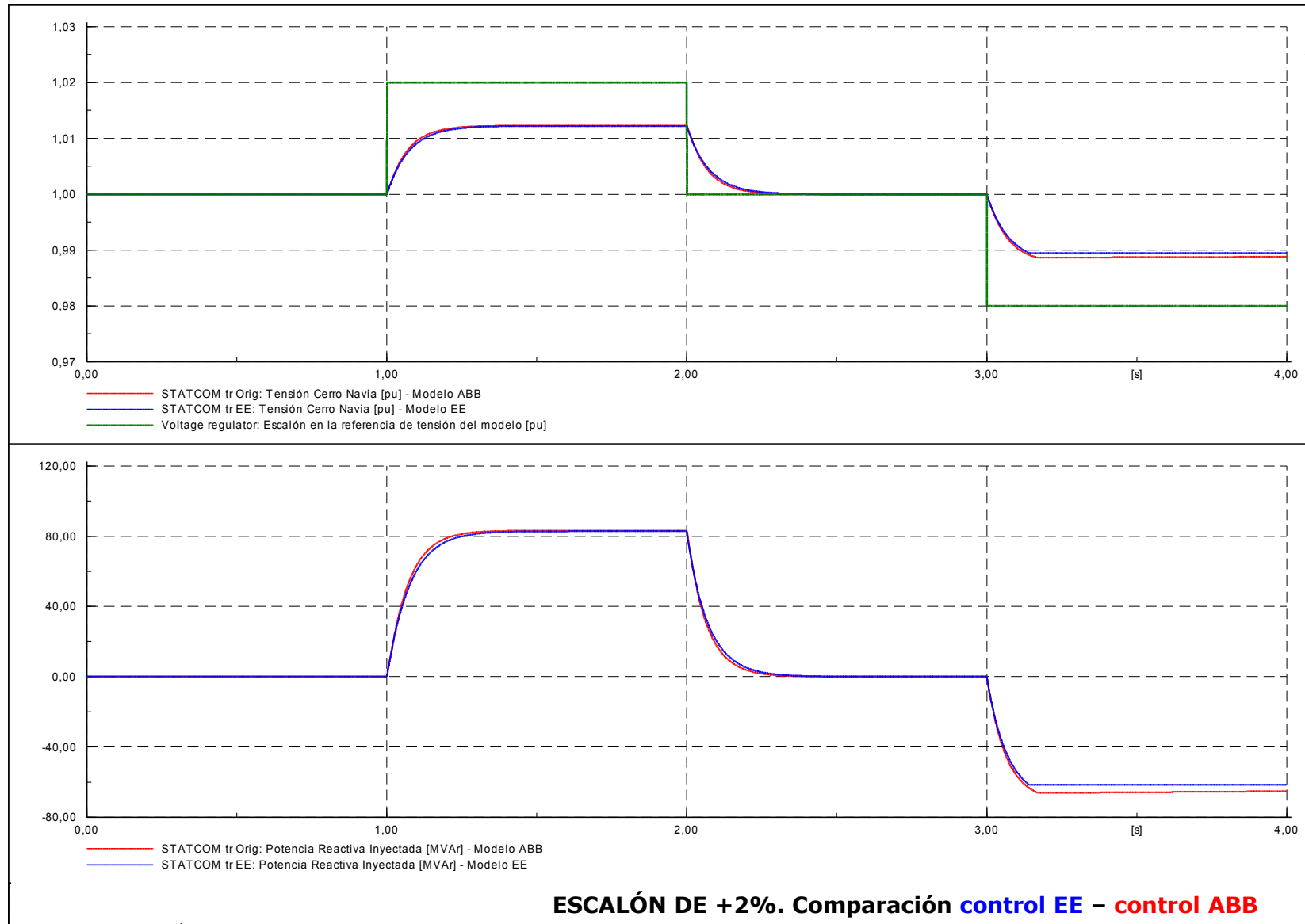
Los límites del control se realizan en base a valores de corriente del lado de alta tensión del transformador, según lo especifica el fabricante. Cuando la corriente reactiva supere los niveles ajustados (-0,65/+1,4pu), el control buscará reducir el aporte del STATCOM con una constante de tiempo de 10 segundos.

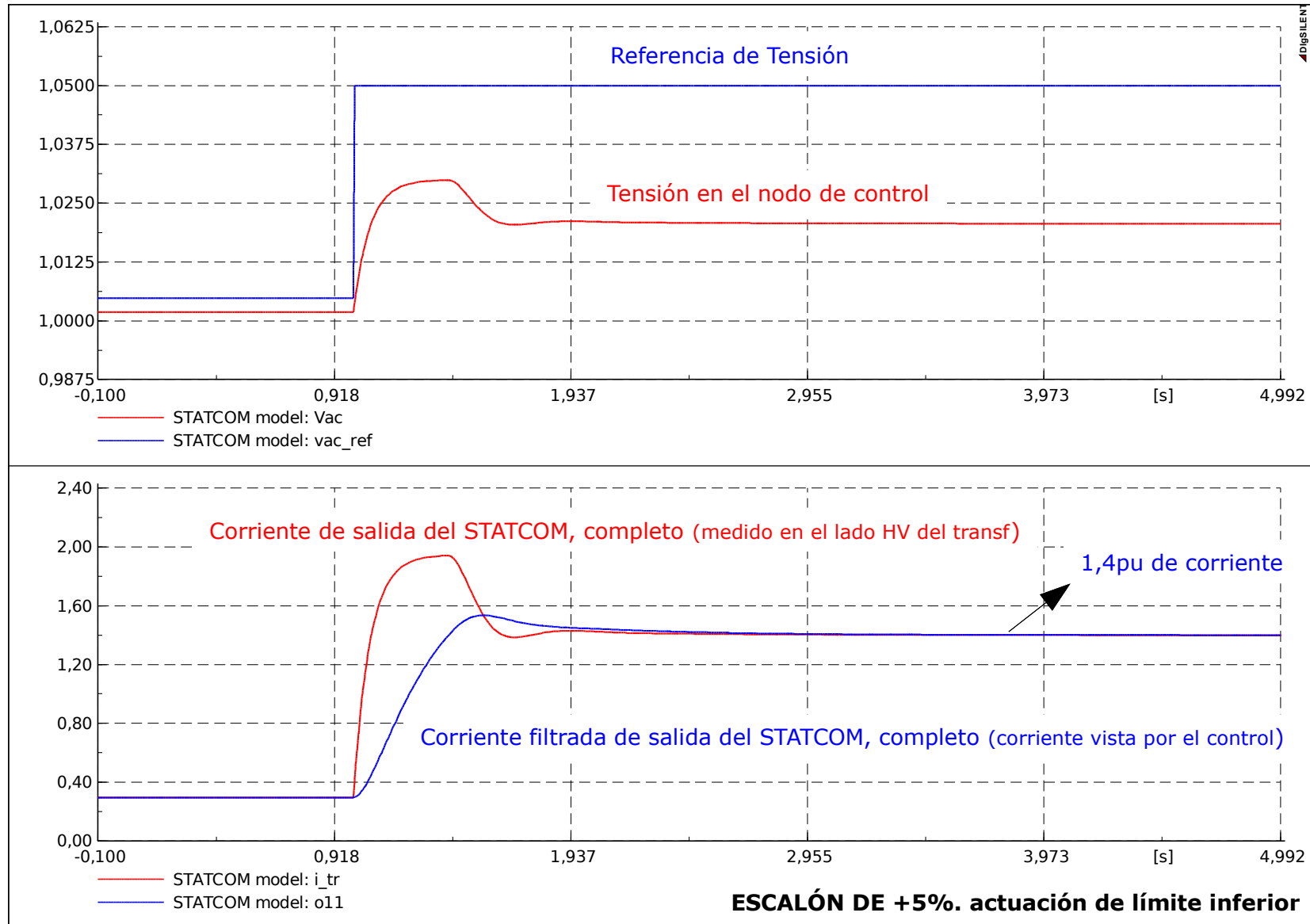
Se muestra a la izquierda el "banco de pruebas" empleado para el análisis, y a continuación, las respuestas dinámicas del STATCOM para distintos escalones en la referencia de tensión:

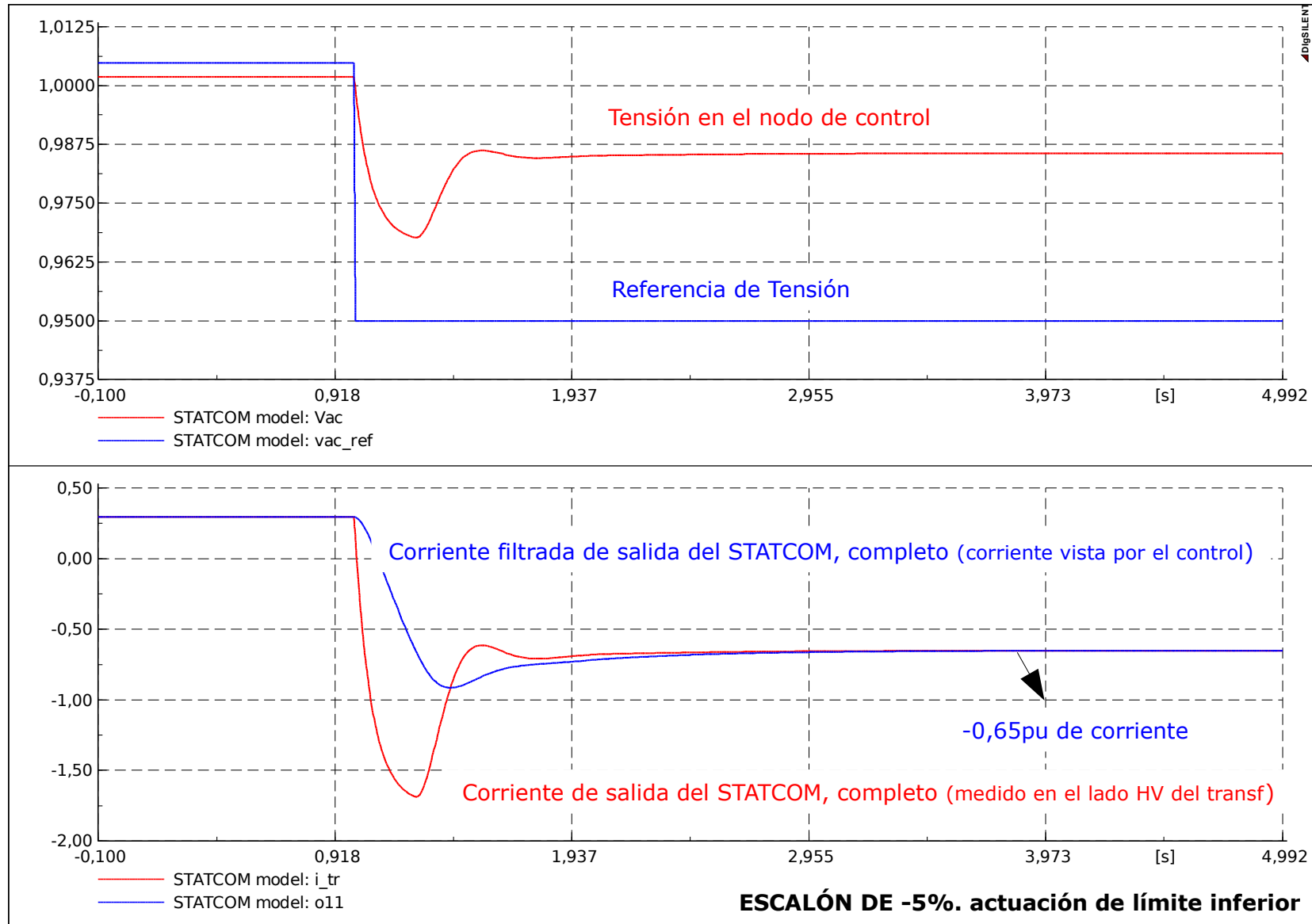
- escalón de +2% para comparar las respuestas de los controles, el informado por el fabricante y el equivalente para estudios.

- escalón de +5% para encontrar el límite superior (+1,4pu de corriente). Nótese que a 1pu de tensión, 1,4pu de corriente representan 140MVar capacitivos.

- escalón de -5% para encontrar el límite inferior (-0,65pu de corriente). Nótese que a 1pu de tensión, -0,65pu de corriente representan 65MVar inductivos

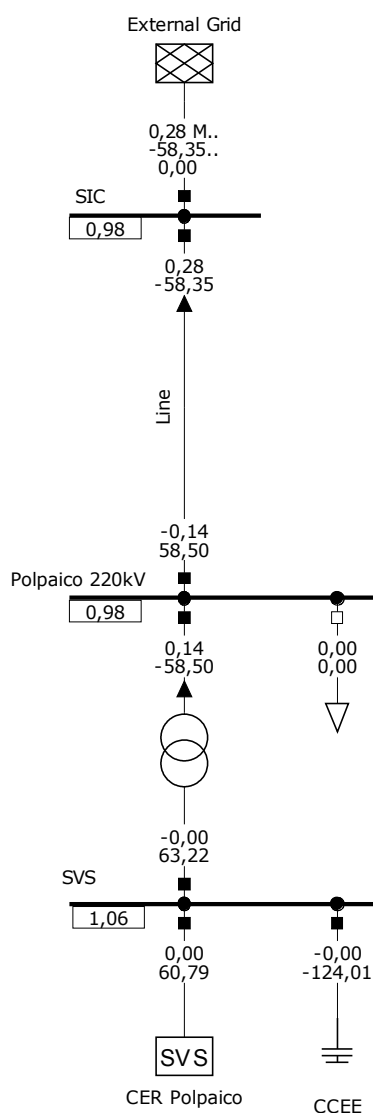




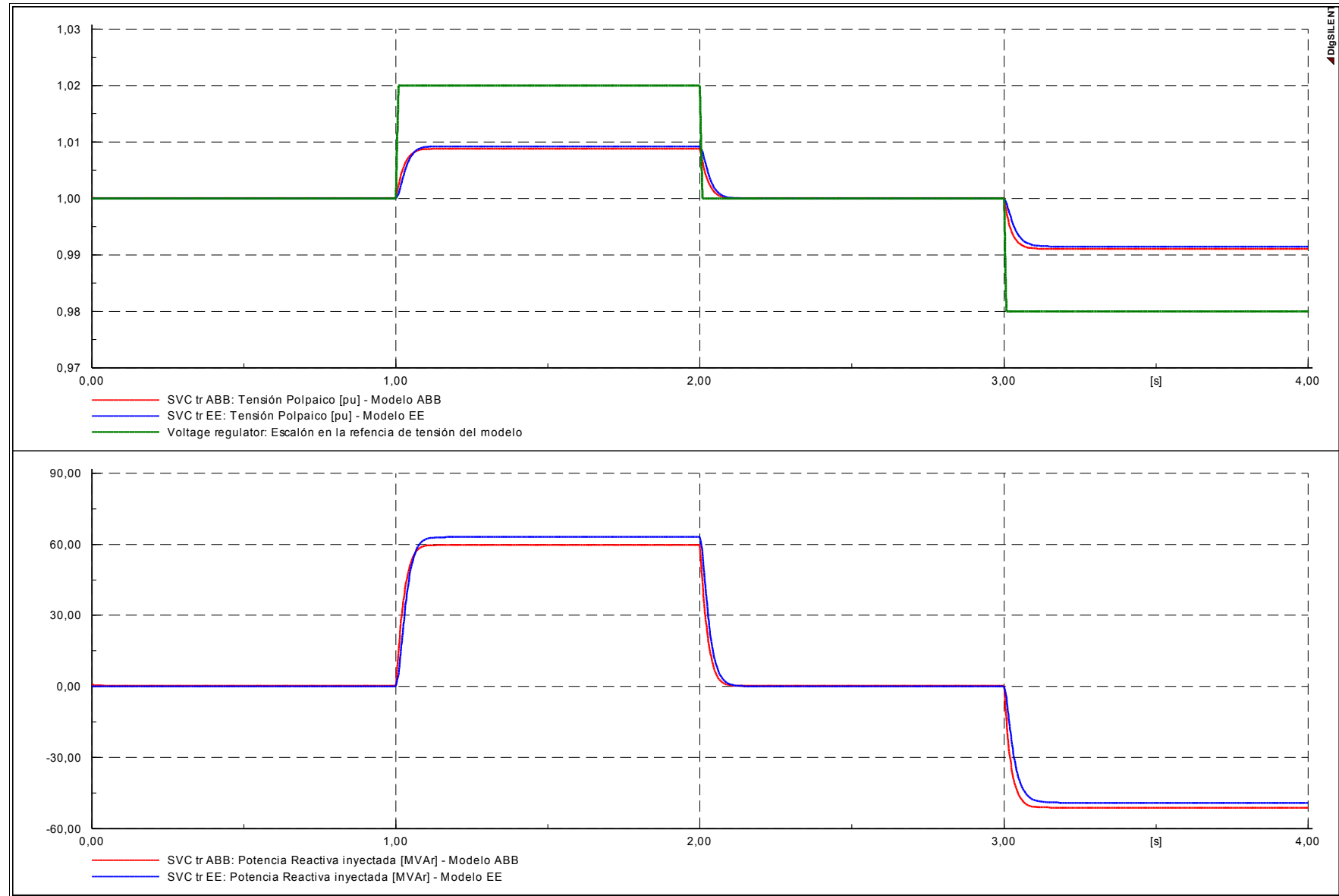


### Controlador de CER Polpaico

Como se menciona en el capítulo 5.1, el modelo del CER de Polpaico ha sido suministrado por el fabricante, sin ensayos de homologación. Siendo que los tiempos de simulación se multiplican (hasta 3 veces) con la incorporación de este modelo, ESTUDIOS ELECTRICOS generó un modelo equivalente, con las mismas características que el CER de Puerto Montt, cuyas respuestas se ajustan a las presentadas por el fabricante.



Se muestra a la izquierda el "banco de pruebas" empleado para el análisis, y a continuación, las respuestas dinámicas del CER para un escalón de 2% en la referencia de tensión, con los distintos controladores (1. informado por el fabricante, 2. equivalente para estudios).







## 5.2 Corrección de Modelos

### 5.2.1 Modelos Estáticos

De manera complementaria a las incorporaciones introducidas, se realizan las siguientes modificaciones de menor relevancia en el modelado de la red:

- Ajuste de las corrientes de magnetización de transformadores.

Se ajustan los niveles de corriente de vacío en todos los transformadores que presentan valores de pérdidas activas, en kW.

- Cambio de parámetros en transformadores de Quillota y Ventanas.

Se modifican parámetros de impedancia de los transformadores de Quillota y Ventanas 220/110kV. La BD original cuenta con parámetros de secuencia homopolar no consistentes.

- Cambio de parámetros en el doble circuito San Luis - Quillota 220kV

Se modifican los parámetros de impedancia y de capacidad térmica de este doble circuito, según información detallada en el documento "empresas\_transmisoras.xls" disponible en la página web del CDEC-SIC.

- Cambio de parámetros en el doble circuito Batuco - Tap Batuco 110kV

Se modifican los parámetros de capacidad térmica de este doble circuito, según información detallada en el documento "empresas\_distribuidoras.xls" disponible en la página web del CDEC-SIC.

- Cambio de parámetros en transformadores y barras de Central Guacolda

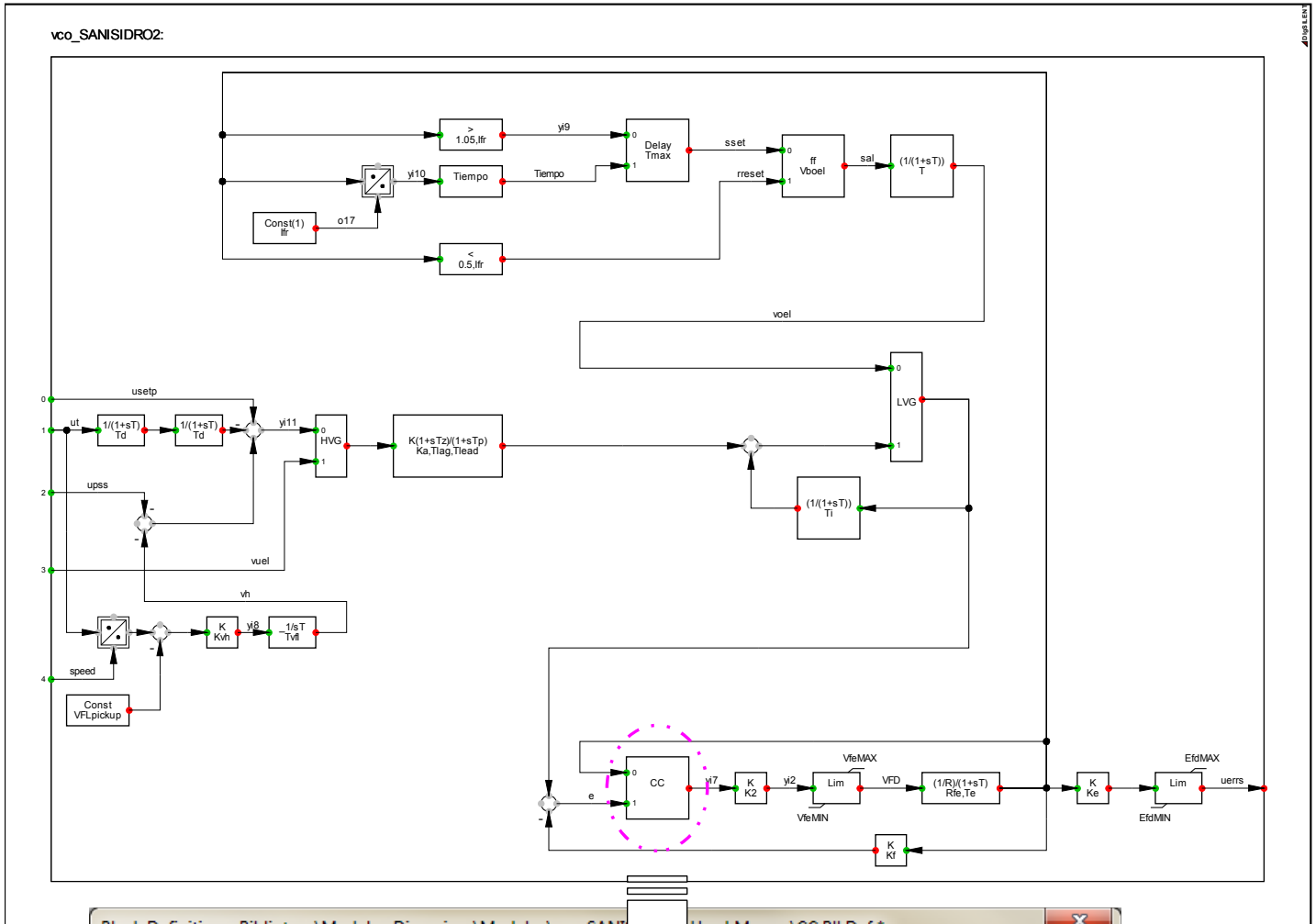
Se modifican las tensiones nominales de las barras de generación, las tensiones nominales de los transformadores elevadores y el porcentaje de incremento de tensión de los toques de estos transformadores, cuando corresponda, según el documento "empresas\_generadoras.xls" disponible en la página web del CDEC-SIC.

NOMBRE	CAPACIDAD NOMINAL [MVA]	TENSIONES NOMINALES		CARACTERÍSTICAS DEL TAP				
		AT	BT	RANGO DE REGULACIÓN		TAP DE OPERAC. NORMAL	TAP CENTRAL	RELACIÓN VOLTAJES/TAP
				MIN	MAX			
Guacolda 220/13.8kV_176.5MVA_1 (ET02G011SE001G011)	176,50	242,0	13,8	0	4	1	2	2,50
Guacolda 220/13.8kV_176.5MVA_2 (ET01G011SE001G011)	176,50	242,0	13,8	0	4	1	2	2,50
Guacolda 220/13.8kV_176.5MVA_3 (ET03G011SE001G011)	180,00	242,0	13,3	0	8	0	4	3,03
Guacolda 220/13.8kV_180MVA_4 (ET04G011SE001G011)	180,00	242,0	14,5	0	8	0	4	3,03

### 5.2.2 Modelos Dinámicos

#### AVR San Isidro 2

Analizando los modelos dinámicos de las unidades con aporte en San Luis, se detectó un error en las ecuaciones internas del regulador de tensión de la unidad San Isidro 2, el cual se ha corregido según se presenta a continuación:



Block Definition - Biblioteca\Modelos Dinámicos\Modelos\wco\_SANI Used Macros\CC.BlkDef \*

Basic Data Equations Description

Additional Equations

```

ss = ifd < -0.125
rr = flipflop(rr=0.and.e1>0, rr=1.and.e1>-0.001)
p = flipflop(ss,rr)
yo = select(q=1,0.0,e1)
    
```

antes

Block Definition - Biblioteca\Modelos Dinámicos\Modelos\wco\_SANISIDRO2 Used Macros\CC.BlkDef

Basic Data Equations Description

Additional Equations

```

ss = ifd < -0.125
rr = flipflop(rr=0.and.e1>0, rr=1.and.e1<-0.001)
q = flipflop(ss,rr)
yo = select(q=1,0.0,e1)
    
```

ahora

**AVR Nehuenco 1 TG**

A su vez, los límites del regulador de tensión en la unidad Nehuenco 1 TG también presenta un error, el cual se soluciona modificando los siguientes valores:

Parameter	Value
K <sub>pss</sub> Ganancia del aporte del PSS [pu]	0,1
V <sub>min</sub> Techo de excitación negativo [pu]	-7,16
D <sub>min</sub> Máximo aporte negativo de la derivada [pu]	0
V <sub>max</sub> Techo de excitación positivo [pu]	8,7
D <sub>max</sub> Máximo aporte positivo de la derivada [pu]	4

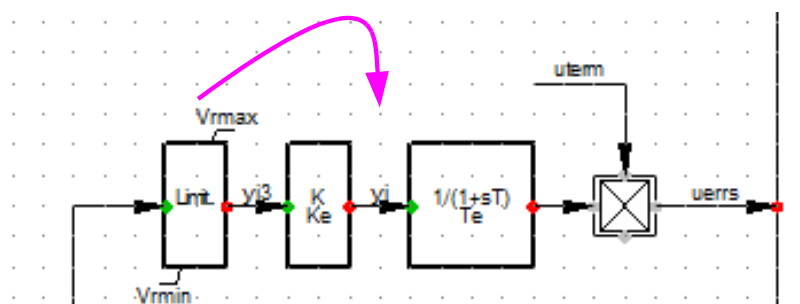
**antes**

Parameter	Value
K <sub>pss</sub> Ganancia del aporte del PSS [pu]	0,1
V <sub>min</sub> Techo de excitación negativo [pu]	-0,3113
D <sub>min</sub> Máximo aporte negativo de la derivada [pu]	0
V <sub>max</sub> Techo de excitación positivo [pu]	0,3783
D <sub>max</sub> Máximo aporte positivo de la derivada [pu]	4

**ahora**

En este caso, el error es debido a que los límites en DIGSILENT se modelaron antes de la ganancia, cuando en la homologación estos límites se encontraban después de la misma.

Nótese que los nuevos parámetros son iguales a los anteriores, dividido la ganancia  $K_e$ , la cual es igual a 23.



**Esquema de MAIS**

El modelado del esquema de MAIS ha sido realizado según información proporcionada por el CDEC-SIC:

**Cuadro 5: Calibraciones de los umbrales de tensión y temporizaciones asociadas de los automatismos MAIS de Transelec<sup>(1) (2) (7)</sup>**

	DESENGANCHE DE INDUCTANCIAS					ENGANCHE DE INDUCTANCIAS	
	Umbral de bajo voltaje <sup>(3) (4)</sup>		Umbral de caída de tensión ( $\Delta V$ ) <sup>(5)</sup>			Umbral de sobretensión <sup>(3) (6)</sup>	
	S01X (pu) T01X (s)	S02X (pu) T02X (s)	SH1X (pu) TH1X (s)	SH2X (pu) TH2X (s)	SH3X (pu) TH3X (s)	SU1X (pu) TU1X (s)	SU2X (pu) TU2X (s)
<b>POLPAICO</b>	<u>0.95</u> <u>9.0</u>	<u>0.95</u> <u>13.0</u>	<u>-0.04</u> <u>9.0</u>	<u>-0.04</u> <u>13.0</u>	<u>-0.07</u> <u>1.6</u>	<u>1.05</u> <u>9.0</u>	<u>1.07</u> <u>1.6</u>
<b>A. JAHUEL</b>	0.95 10.0	0.95 <u>14.0</u>	-0.04 10.0	-0.04 <u>14.0</u>	-0.07 1.8	1.05 10.0	1.07 1.8
<b>ANCOA</b>	0.95 11.0	0.95 <u>15.0</u>	-0.04 11.0	-0.04 <u>15.0</u>	-0.07 2.0	1.06 11.0	1.07 2.0
<b>CHARRÚA</b>	0.95 12.0	0.95 <u>16.0</u>	-0.04 12.0	-0.04 <u>16.0</u>	-0.07 2.2	1.05 12.0	1.07 2.2

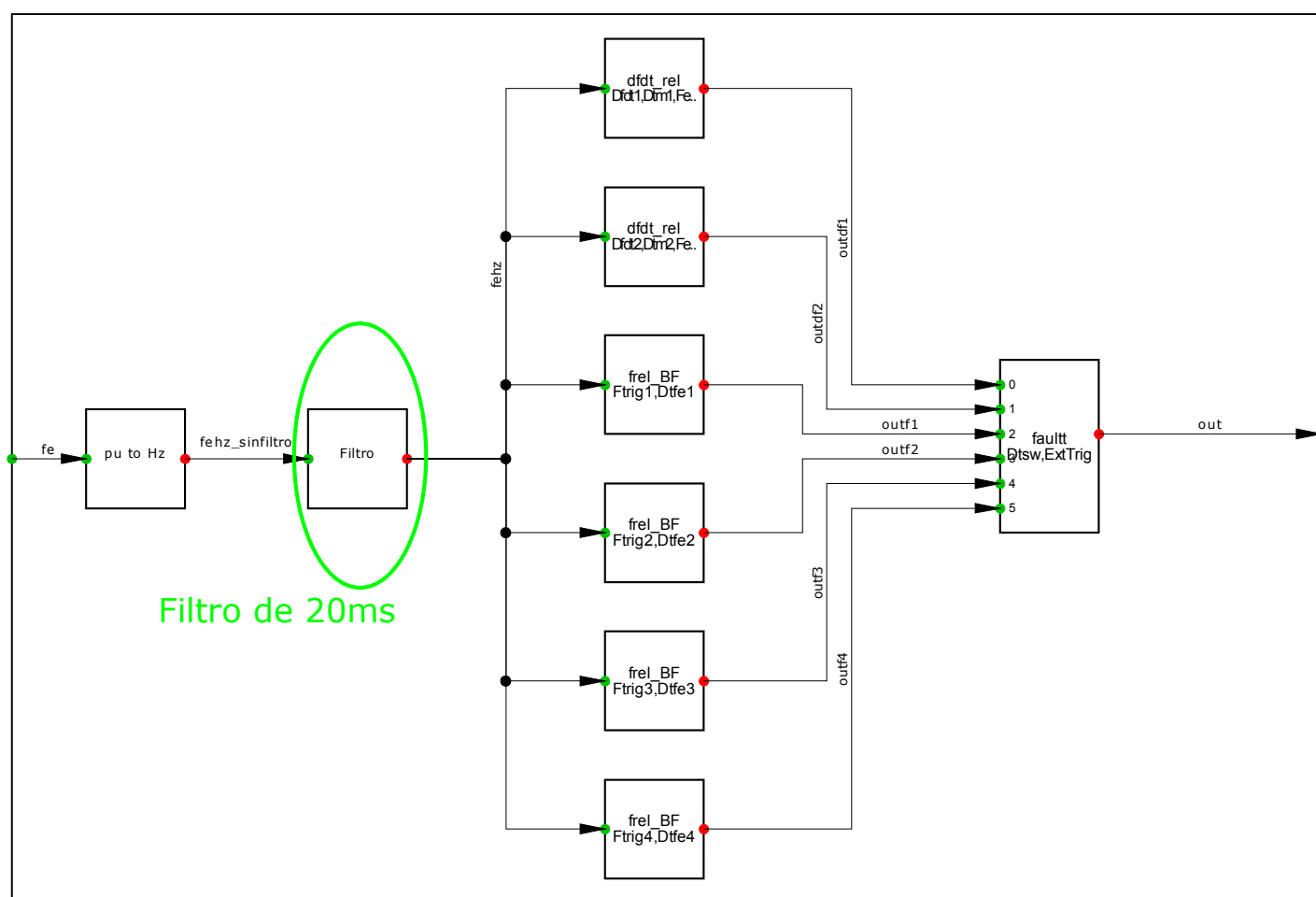
**Cuadro 8: Prioridad de las inductancias a maniobrarse por los automatismos MAIS de Transelec<sup>(1) (3)</sup>**

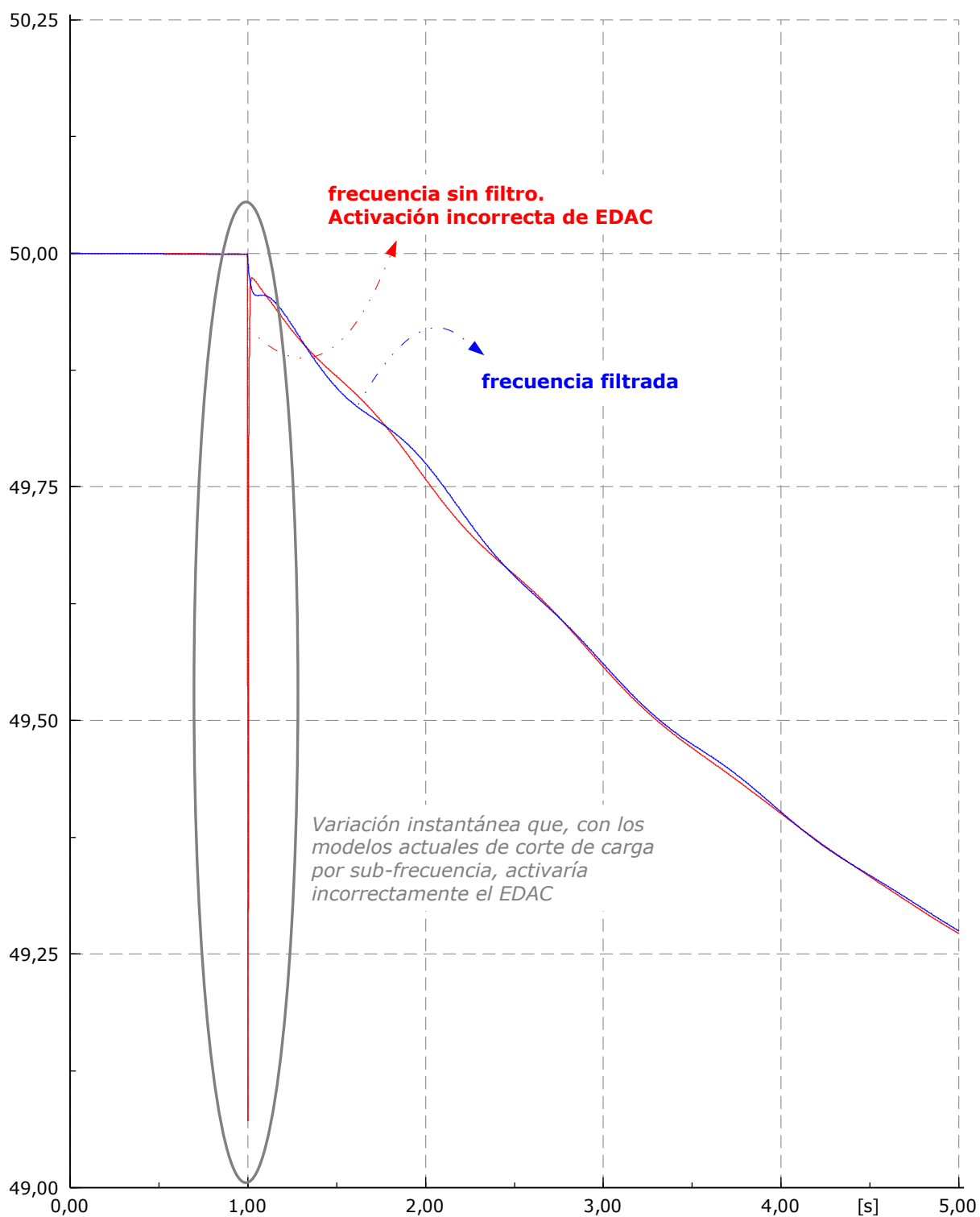
Subestación	Número de la inductancia en un esquema unifilar	Línea asociada (o conjunto de barra)	Identificación MAIS	Prioridad
<b>A. JAHUEL</b>	Reactor No 1	500 kV Ancoa 1	XLA	2
	Reactor No 2	<u>500 kV Polpaico</u>	XLB	1
	Reactor No 1 <sup>(2)</sup>	Conjunto de barra 220 kV	XLC	3
<b>ANCOA</b>	Reactor No 1	500 kV A.Jahuel 1	XLA	1
	Reactor No 2	<u>500 kV Polpaico</u>	XLB	3
	Reactor No 3	500 kV Charrúa 1	XLC	4
	Reactor No 4	500 kV Charrúa 2	XLD	2
	Reactor No 1 <sup>(2)</sup>	Conjunto de barra 220 kV	XLE	5
<b>CHARRÚA</b>	Reactor No 1	500 kV Ancoa 1	XLA	1
	Reactor No 2	500 kV Ancoa 2	XLB	2
<b>POLPAICO</b>	<u>Reactor No 1</u>	<u>500 kV Ancoa</u>	<u>XLA</u>	<u>2</u>
	<u>Reactor No 2<sup>(2)</sup></u>	<u>Conjunto de barra 500 kV</u>	<u>XLB</u>	<u>1</u>

### Relé de frecuencia

Por la forma en que están modelados los relés de corte de carga (sin filtros de frecuencia), las simulaciones de fallas y/o desvinculaciones, deben ser cuidadosamente diseñadas. La mayoría de las fallas que se simulan en DIGSILENT generan en el momento de la perturbación, grandes variaciones instantáneas de frecuencia. Esto generaría la actuación incorrecta del esquema de DAC y por lo tanto, una respuesta irreal del resto del sistema.

A fin de evitar estas actuaciones incorrectas, se realizan modificaciones en la medición de frecuencia (se incorpora un filtro pasa-bajos de 20ms) y se consideran tiempos de detección de la condición de sub-frecuencia y tiempos de accionamiento de interruptores, pretendiendo plantear una condición más realista. Estas modificaciones, y la respuesta final de la frecuencia, pueden verse en las figuras siguientes:





## **5.3 Actualización de Modelos**

### **5.3.1 Esquema de DAC**

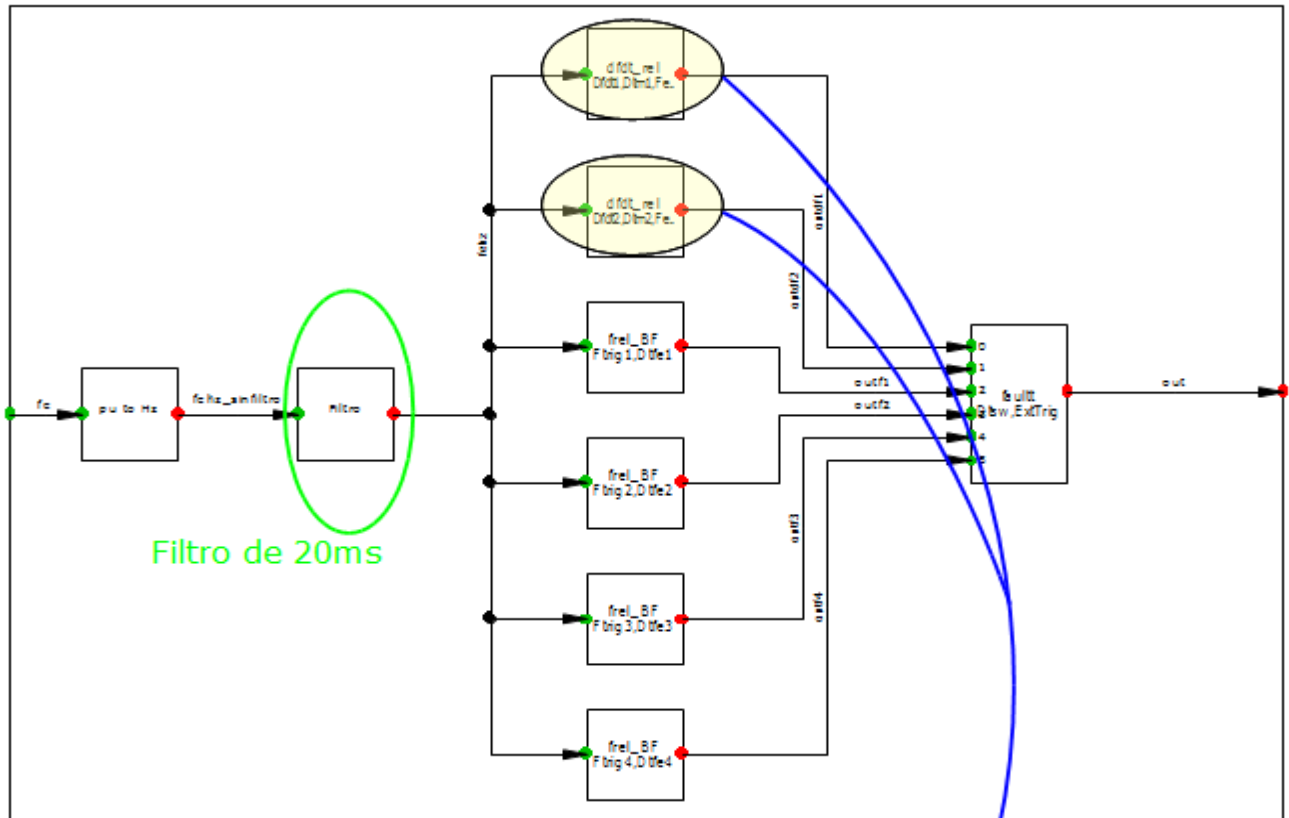
En conjunto con el departamento de Estudios de Sistemas Eléctricos del CDEC-SIC, se ha realizado un nuevo modelo del ESQUEMA de desconexión automática de carga por sub-frecuencia, en dos aspectos:

- se ha mejorado el modelo del relé, asignando filtros de medición, tiempos de actuación de interruptor, y contemplando escalones con posibilidad de actuación por gradiente o valor absoluto, según lo primero que ocurra.
- Se han adicionado nuevas cargas al esquema, y actualizado las ya existentes, empleando como base el estudio de EDAC 2009-2010 [1].

Ambas actualizaciones se presentan a continuación:

**Modelo**

Además de contener el filtro de frecuencia presentado en el capítulo 5.2, "Relé de frecuencia", el nuevo modelo de EDAC adiciona la posibilidad de ajustar un escalón de corte por gradiente o por valor absoluto, según lo primero que ocurra.



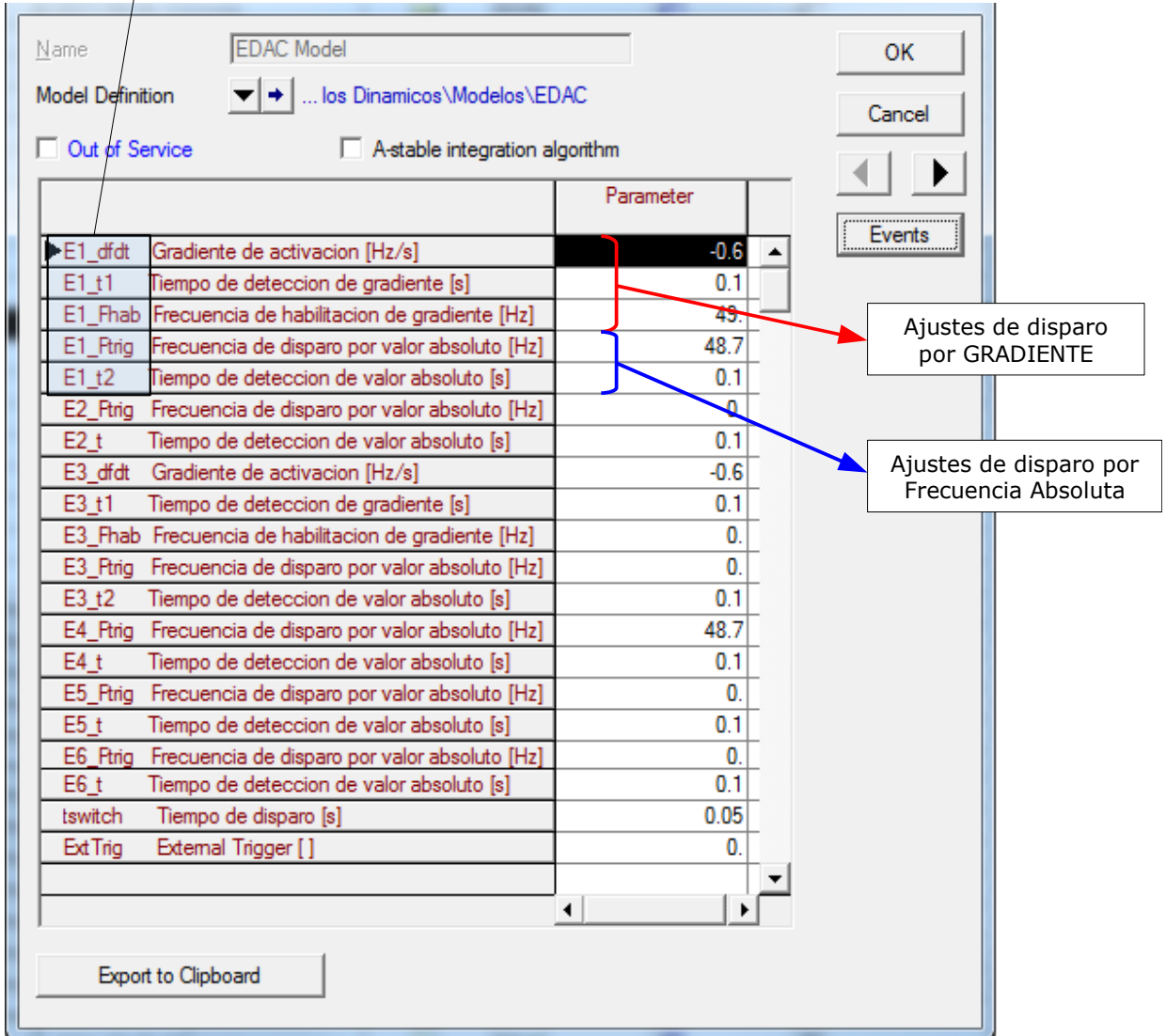
Block Definition - Biblioteca\Modelos Dinamicos\Modelos\EDAC\Used Macros\dfdt\_rel.BikDef

Basic Data	Equations	Description
Additional Equations		
<pre> inc(out1) = 0 inc(x)    = fehz inc(outdf) = 0  x. = select(Dtm&gt;0, (fehz-x)/Dtm, 0) out1 = select(Dtm&gt;0, (fehz-x)/Dtm, 0)  output(outdf, 'gradient criteria: out1=out1 fehz=fehz') aux1=out1&lt;Dfdt.and.feHz&lt;Fe aux2=fehz&lt;Ftrig  outdf=picdro(aux1.or.aux2, Dtfe, 0.0)                     </pre>		



Los parámetros a ajustar se presentan a continuación:

*ESCALÓN 1:  $df/dt$  ó frecuencia absoluta*



The screenshot shows the 'EDAC Model' configuration dialog. The 'Name' field is 'EDAC Model' and the 'Model Definition' is '... los Dinamicos\Modelos\EDAC'. There are checkboxes for 'Out of Service' and 'A-stable integration algorithm'. The parameter list is as follows:

Parameter	Value
E1_dfdt	-0.6
E1_t1	0.1
E1_Fhab	49.
E1_Ptrig	48.7
E1_t2	0.1
E2_Ptrig	0.
E2_t	0.1
E3_dfdt	-0.6
E3_t1	0.1
E3_Fhab	0.
E3_Ptrig	0.
E3_t2	0.1
E4_Ptrig	48.7
E4_t	0.1
E5_Ptrig	0.
E5_t	0.1
E6_Ptrig	0.
E6_t	0.1
tswitch	0.05
ExtTrig	0.

Annotations in the image:

- A red arrow points from the text box 'Ajustes de disparo por GRADIENTE' to the parameters E1\_Ptrig (48.7) and E1\_t2 (0.1).
- A blue arrow points from the text box 'Ajustes de disparo por Frecuencia Absoluta' to the parameter E4\_Ptrig (48.7).

### **Cargas asociadas al Esquema**

Se realizó una asociación de cargas, donde cada una de las cargas del Estudio de EDAC (ESTUDIO ESQUEMAS DE DESCONEXIÓN AUTOMÁTICOS DE CARGA 2009-2010) quedaron relacionadas con sus correspondientes representaciones en DIgSILENT.

### **Corte de Carga a realizar por Relé**

Una vez relacionadas las cargas en DIgSILENT con las cargas del Estudio de EDAC 2009-2010, la potencia de corte asignada a cada uno de los escalones de los relés de corte de carga corresponden a las allí informadas.

### **Escalado de la Demanda de EDAC**

La identificación de las cargas realizada, contempla el modelado y distribución actual de la demanda en la base de datos del simulador. Esta nueva condición impide relacionar directamente los consumos informados en el estudio de EDAC con los consumos de la base de datos del 2009, imposibilitando obtener porcentajes de corte de carga sobre cada una de las demandas del sistema.

Por lo mencionado en el párrafo anterior, se considera que el crecimiento de los niveles de corte de carga resulta similar al crecimiento de la demanda. El procedimiento para obtener el incremento de la potencia de corte asociada a cada escalón se resume en los siguientes puntos:

1. Se comparan los niveles de demanda de clientes industriales y residenciales de las Bases de Datos del CDEC-SIC para Octubre de 2009 y Marzo 2011. Esta última BD contempla la nueva distribución de demandas.
2. A partir de la comparación del punto 1 se determinan los factores de escala a aplicar sobre los escalones de DAC.
3. A partir de las potencias informadas para cada escalón se aplica el incremento dado por el factor de escala obtenido.
4. Los porcentajes de corte sobre cada una de las cargas del esquema se calcula para Demanda Alta, manteniéndose los mismos porcentajes para escenarios de demanda media y baja.

Los factores de incremento obtenidos se detallan en la siguiente tabla:

SCALING FACTOR	
I	R
1,18	1,07



## 5.3.2 Relés de Frecuencia de Generadores

La tabla presentada a continuación presenta los relés de sobre- y sub-frecuencia de generadores que han sido modelados. Se presenta también cada uno de sus ajustes, tanto de frecuencia como tiempo de actuación.

GENERADOR	BAJA FRECUENCIA (81U)						SOBREFRECUENCIA (81O)					
	F1	T1	F2	T2	F3	T3	F1	T1	F2	T2	F3	T3
	HZ.	seg	HZ.	seg	HZ.	seg	HZ.	seg	HZ.	seg	HZ.	seg
Generador Alfalfal 1	46,5	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	54,00	6,3	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Alfalfal 2	46,5	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Antilhue 1 (Cenelca)	48,0	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,00	5,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Antilhue 2 (Cenelca)	48,0	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Horcones	47,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,00	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Campanario 1	47,9	20,00	47,5	1,00	0,00	0,00	51,00	20,0	51,50	1,0	0,00	0,00
Generador Campanario 2	47,9	20,00	47,5	1,00	0,00	0,00	51,00	20,0	51,50	1,0	0,00	0,00
Generador Candelaria 1	48,5	60,00	48,0	15,00	47,5	0,00	51,50	60,0	52,00	15,0	53,00	0,0
Generador Candelaria 2	48,5	60,00	48,0	15,00	47,5	0,00	51,50	60,0	52,00	15,0	53,00	0,0
Generador Canutillar 1	47,5	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Canutillar 2	47,5	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Coronel	48,0	100	47,5	15,00	0,00	0,00	51,50	100,0	52,00	5,0	0,00	0,00
Generador Diego de Almagro 1	47,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Diego de Almagro 2	47,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Huasco G1	47,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Huasco G2	47,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Huasco G3	47,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Laja	47,5	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Lincanten	49,0	2,00	47,5	1,20	0,00	0,00	51,00	2,0	52,50	3,0	0,00	0,00
Generador Lircay 1	48,5	60,00	48,0	15,00	0,00	0,00	51,50	60,0	52,00	15,0	0,00	0,00
Generador Maitenes 1-2-3	48,0	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,00	5,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Mampil 1	48,0	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,50	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Mampil 2	48,0	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00	51,50	2,2	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Los Molles G1	47,5	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Los Molles G2	47,5	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nueva Renca TG	48,0	3,00	47,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nueva Renca TV	48,0	3,00	47,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nehuenco I TG	48,0	10,00	47,0	11,00	0,00	0,00	50,50	10,0	52,50	11,0	0,00	0,00
Generador Nehuenco I TV	47,5	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nehuenco II TG	48,0	3,00	47,5	0,10	0,00	0,00	52,00	3,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nehuenco II TV	48,0	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,00	3,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nueva Aldea G1	47,5	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	15,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nueva Aldea G2	49,0	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	51,00	1,5	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nueva Aldea G3	49,0	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	51,00	1,5	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Nueva Aldea G4	48,0	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador PetroPower	47,9	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[Ir al índice](#)

GENERADOR	BAJA FRECUENCIA (81U)						SOBREFRECUENCIA (81O)					
	F1	T1	F2	T2	F3	T3	F1	T1	F2	T2	F3	T3
	HZ.	seg	HZ.	seg	HZ.	seg	HZ.	seg	HZ.	seg	HZ.	seg
Generador Peuchen 1	49,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,00	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Peuchen 2	49,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,00	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Queltehues	48,0	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Queltehues 2	48,0	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Queltehues 3	48,0	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador San Francisco de Mostazal	47,5	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,00	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador San Isidro TG	47,5	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador San Isidro TV	48,5	60,00	48,0	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Santa Lidia	47,5	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	3,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Taltal 1	47,5	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Taltal 2	47,5	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador Valdivia	48,5	60,00	47,00	5,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generador El Volcan	48,0	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,00	5,0	0,00	0,00	0,00	0,00

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco