

INDICE DEL CONTENIDO

ANEXO C - DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE RED COMPLETO DEL SEIN	3
INTRODUCCIÓN	3
FUENTE DE INFORMACIÓN	3
DESARROLLO DE LOS MODELOS DE LAS MÁQUINAS SÍNCRONAS	3
<i>Análisis de los datos particulares de cada una de las unidades</i>	7
DESARROLLO DE LOS MODELOS DE LOS MOTORES SÍNCRONOS	7
<i>Análisis de los datos particulares de cada una de las unidades</i>	8
DESARROLLO DE LOS MODELOS DE LOS MOTORES ASÍNCRONOS.....	8
<i>Análisis de los datos particulares de cada una de las unidades</i>	9
MODIFICAS DE LOS MODELOS PARA LOS MOTORES SINCRÓNICOS Y ASINCRÓNICOS	9
<i>Motores Sincrónos</i>	9
<i>Motores Asincrónos</i>	9
DESARROLLO DE LOS MODELOS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL	10
<i>Análisis de los datos particulares de cada una de las unidades</i>	12
DESARROLLO DE LOS MODELOS DE LOS RELÉS PARA EL RECHAZO DE CARGA/GENERACIÓN.....	12
CONCLUSIONES	13
RECOMENDACIONES	13
ANEXO C1 – GENERADORES SÍNCRONOS	15
DETALLES PARTICULARES DEL ANÁLISIS DE CADA GRUPO.....	15
RESUMEN DE LOS MODELOS DE GENERADORES UTILIZADOS	30
<i>Diagramas de bloques de los Generadores</i>	31
ANEXO C2 – MOTORES SINCROSONOS.....	33
DETALLES PARTICULARES DEL ANÁLISIS DE CADA UNIDAD.	33
RESUMEN DE LOS MODELOS DE MOTORES SINCROSONOS UTILIZADOS	34
<i>Diagramas de bloques de los Motores Sincronos</i>	34
ANEXO C3 – MOTORES ASINCROSONOS	35
ANÁLISIS PARTICULAR POR CADA ÍTEM DEL “ANEXO-INFORME 01-EDP.XLS”.....	35
RESUMEN DE LOS MODELOS DE MOTORES ASINCROSONOS UTILIZADOS	39
<i>Diagramas de bloques de los Motores Sincronos</i>	39
ANEXO C4 – SISTEMAS DE CONTROL DE GENERADORES	40
GRUPO 1: CENTRALES CON DATOS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL	40
GRUPO 2: CENTRALES QUE FIGURAN EN TABLAS V, VI Y VII DEL ANEXO 03– SISTEMAS DE EXCITACIÓN, ESTABILIZADORES Y “GOVERNORS”	47
GRUPO 3: CENTRALES QUE NO DISPONEN DE DATOS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.....	48
RESUMEN DE LOS MODELOS DE CONTROL UTILIZADOS.....	50
<i>Diagramas de bloques de los reguladores de Tensión</i>	51
<i>Diagramas de bloques de los Estabilizadores de Tensión</i>	56
<i>Diagramas de bloques de los Limitadores de la Corriente de Excitación</i>	57
<i>Diagramas de bloques de los Reguladores de Velocidad</i>	58
ANEXO C5 – MODELOS DE USUARIO DE RELÉS	63
ANEXO C6 – FUENTES DE DATOS CONSULTADAS	73
<u>ANEXO C1A</u>	
<u>ANEXO C2A</u>	
<u>ANEXO C3A</u>	
<u>ANEXO C4A</u>	

INDICE DE LAS FIGURAS

FIGURA 1: EJEMPLO DE UNIDAD HIDRÁULICA PARA $\cos\phi=0.90$	6
FIGURA 2: EJEMPLO DE UNIDAD TG O TV PARA $\cos\phi=0.85$	6
FIGURA 3: EJEMPLO DE UNIDAD DIESEL, $\cos\phi=0.80$	7
FIGURA 4: MODELOS DEL GENERADOR SINCRONO A ROTOR CILÍNDRICO - GENROU.....	31
FIGURA 5: MODELOS DEL GENERADOR SINCRONO A POLOS SALIENTES - GENSAL.....	32
FIGURA 6: MODELOS DEL MOTOR ASINCRONO – CIMTR4.....	39
FIGURA 7: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEE Type AC2A EXCITATION SYSTEM.....	51
FIGURA 8: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEE Type ST1A EXCITATION SYSTEM.....	51
FIGURA 9: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEE Type AC1 EXCITATION SYSTEM.....	52
FIGURA 10: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEE Type AC4 EXCITATION SYSTEM.....	52
FIGURA 11: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO EXBAS BASLER STATIC VOLTAGE REGULATOR.....	53
FIGURA 12: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO EXDC2 IEEE Type DC2 EXCITATION SYSTEMR.....	53
FIGURA 13: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO EXPIC1 PROPORTIONAL/INTEGRAL EXCITATION SYSTEM.....	54
FIGURA 14: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEE T5 MODIFIED IEEE Type 4 EXCITATION SYSTEM.....	54
FIGURA 15: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO EXST2 IEEE Type ST2 EXCITATION SYSTEM.....	55
FIGURA 16: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO SEXS SIMPLIFIED EXCITATION SYSTEM.....	55
FIGURA 17: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEE T5 MODIFIED IEEE Type 4 EXCITATION SYSTEM.....	56
FIGURA 18: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEE2ST IEEE STABILIZING MODEL WITH DUAL-INPUT SIGNALS.....	56
FIGURA 19: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEEEST IEEE STABILIZING MODEL.....	56
FIGURA 20: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO PSS2A IEEE DUAL-INPUT STABILIZER MODE.....	57
FIGURA 21: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO MAXEX2 MAXIMUM EXCITATION LIMITER.....	57
FIGURA 22: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO MNLEX3 MINIMUM EXCITATION LIMITER.....	58
FIGURA 23: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO DEGOV1 WOODWARD DIESEL GOVERNOR.....	58
FIGURA 24: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO GAST2A GAS TURBINE MODEL.....	59
FIGURA 25: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO HYGOV HYDRO TURBINE-GOVERNOR.....	59
FIGURA 26: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO GASTWD WOODWARD GAS TURBINE-GOVERNOR MODEL.....	60
FIGURA 27: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO IEEEG3 IEEE Type 3 SPEED-GOVERNING MODEL.....	60
FIGURA 28: DIAGRAMA A BLOQUES DEL TGOV5 IEEE Type 1 GOVERNOR MODIFIED TO INCLUDE BOILER CONTROLS.....	61
FIGURA 29: DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODELO WPIDHY WOODWARD PID HYDRO GOVERNOR.....	62

ANEXO C - DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE RED COMPLETO DEL SEIN

Introducción

En el modelo de red utilizado se han caracterizado con suficiente detalle todos componentes que se retienen fundamentales para la simulación de los fenómenos dinámicos que se observan en presencia de alivios de carga por subfrecuencia, por mínima tensión y durante el rechazo de generación por subfrecuencia.

En los siguientes capítulos se documenta el desarrollo de las tareas de construcción de una base de datos para los estudios dinámicos de sistemas de potencia, del Sistema Eléctrico de Perú. En el mismo, se detallan las fuentes de partida, las hipótesis consideradas en la adopción de los datos faltantes, y las pruebas efectuadas para verificar la consistencia.

Los modelos elaborados están orientados al uso de los recursos que provee la librería de modelos del simulador PSS/E, no obstante lo cual, los parámetros de los generadores y sistemas de control, podrían ser adaptados a cualquier simulador que disponga de la representación de los sistemas de control aquí citados.

Finalmente, se elaboran una serie de conclusiones respecto de la base de datos resultante, y se ofrecen una serie de recomendaciones para mejorar la información de esta versión de la base de datos, con el propósito de alcanzar una representación realista, confiable y bien documentada para el desarrollo ulterior de los estudios de planificación y/o de la operación de la red.

Fuente de Información

La información fuente a partir de la cual se ha elaborado esta base de datos se cita en el [ANEXO C6 – FUENTES DE DATOS CONSULTADAS](#). También se indica en forma general el uso que se le ha dado a cada componente de información.

Desarrollo de los Modelos de las Máquinas Síncronas

En el desarrollo siguiente, se designa TG a las unidades turbogas, TV a las unidades turbovapor, H a las unidades hidráulicas, D a las Diesel y CS a los condensadores síncronos.

Se da una breve explicación de las hipótesis generales que se han adoptado para completar los datos faltantes.

En general, las relaciones entre los parámetros de eje directo y cuadratura de las máquinas síncronas según el tipo de unidad (polos salientes y rotor cilíndrico), varían poco entre diversos fabricantes y pueden referirse a la reactancia síncronas de eje directo. No obstante, es más preciso estimar el parámetro x_q a partir del x_d conocido, el parámetro x'_q a partir de x'_d , y los parámetros x''_q , x_1 , x_2 y x_0 a partir de x''_d .

Todas las reactancias que intervienen en los estudios de estabilidad: x_d , x_q , x'_q , x''_q , x''_d y x''_q deben interpretarse como valores no saturados, a fin de computar la saturación mediante los factores apropiados (S1.0 y S1.2) en función de la excitación, y las

reactancias x_1 , x_2 y x_0 como valores saturados para su empleo en el cálculo de cortocircuito.

La relación básica entre los parámetros saturados a partir de los no-saturados se tomó a partir desde valores típicos de diversos fabricantes, para unidades de rotor cilíndrico y polos salientes.

No obstante, cuando de los datos disponibles se reconoció una relación entre parámetros semejante a las máquinas de las cuales se dispone de datos garantizados por los fabricantes, se adoptaron estas relaciones para completar todos los datos. Las fuentes consultadas pertenecen a unidades de General Electric (GE), Westinghouse, Siemens, Alstom, Asea Brown Boveri (ABB), SKODA Export e Industrias Metalúrgicas Pescarmona (IMPSA).

Si bien cada caso se ha tratado en forma particular, las premisas básicas para la adopción de los parámetros de los diversos tipos de unidades se citan a continuación.

Xd: Reactancia síncronas de eje directo no saturada

Para las unidades TG y TV de potencia menor a 40, se estima en 220 %, y de potencia mayor en 200. Para las unidades hidráulicas de potencia menor a 10 se estima en 110 %, y para los generadores Diesel en 160 %.

H: Constante de Inercia del Conjunto Turbina – Alternador y elementos acoplados al eje, referida a la velocidad del alternador

Para las unidades hidráulicas que no tienen datos se estima 3.0 s, para las unidades TG se estima de 7 a 9 s (9 para las unidades con potencia hasta 40 MW, y 7 para las más grandes), y para las unidades TV se estima 4.5 s. Para los grupos Diesel se estima en 2.0 s para unidades de menos de 4 MW, y 2.5 s para las de mayor tamaño.

Grupos Diesel:

Para los grupos Diesel cuya velocidad es conocida y con 3 o más pares de polos, se adopta el modelo de polos salientes, y para los de mayor velocidad los de rotor cilíndrico. Cuando no se conoce la velocidad se adopta el modelo de Polos Salientes.

x''_q , x_0 : reactancia subtransitoria no saturada de eje en cuadratura y reactancia saturada de secuencia cero

En general, cuando existen los valores de x''_d no saturados, los valores de x''_q y x_0 se estiman para satisfacer relaciones de semejanza para el tipo de modelo (polos salientes o cilíndricos).

x_1 : reactancia subtransitoria saturada de secuencia positiva

En general, cuando x_1 es igual a x''_d , se asume que x''_d es el valor no saturado y se reemplaza a x_1 por una estimación de su valor saturado, con el objeto de emplearlo para los cálculos de cortocircuito. Normalmente, el factor de saturación se considera alrededor de 0.82, cuidando de que x_1 sea menor a la reactancia de dispersión x_l .

x_2 : reactancia saturada de secuencia negativa

Se estima como el promedio de los valores saturados de $x''d$ y $x''q$. Si los valores saturados no están disponibles, se usa el 0.835 veces el valor obtenido con los parámetros no saturados.

r1: resistencia de secuencia positiva

Los datos disponibles se han referido a 75 C. Los datos faltantes se estimaron empleando para las unidades de potencia ≥ 10 MVA:

$$r1 = 0.04747/MVA + 2.525 \cdot 10^{-3}$$

y para el resto:

$$r1 = 0.0474/100 \cdot (MVA - 10) + 0.00727.$$

A partir de $r1$ se estiman también $r2 = 4.25 \cdot r1$, y $r0 = 2.8 \cdot r1$, valores típicos de los datos de fabricantes. Cabe destacar que las muestras presentan bastante dispersión.

rN: resistencia del centro de estrella del devanado estático al neutro

Los datos faltantes se han completado teniendo en cuenta una protección (p) de hasta el 70% del devanado de la máquina, y considerando para tal condición una corriente límite (I_{LIM}) en el neutro de 10 A, despreciando la impedancia del devanado. Esto implica que:

$r_N = (1-p) (V_L/\sqrt{3})/I_{LIM}$; donde para $I_{LIM} = 0.010$ kA, y V_L medida en kV, corresponde un valor en pu de:

$$r_N \text{ (pu)} = (1-p) (V_L/\sqrt{3})/I_{LIM} \cdot MVA/V_L^2;$$

el cual reemplazando $p=0.7$ e $I_{LIM} = 0.010$ [kA] resulta:

$$r_N \text{ (pu)} = 17.32 \cdot MVA/V_L$$

expresión que se emplea en la estimación. El $r0$ en el archivo de datos es $r0s + 3 \cdot r_N$, donde $r0s$ es la reactancia de secuencia homopolar del estator.

Constantes de Tiempo:

Para las unidades hidráulicas pequeñas y grupos Diesel se estima una $T'do$ de 4 s; para el resto de las unidades las constantes de tiempo se estiman a partir de valores típicos según el tipo de unidad.

Potencia Mínima:

Este valor se usa como referencia para impedir que el estado operacional del flujo de carga, contemple situaciones no operables en forma permanente de las unidades de generación. Las estimaciones se basan en el tipo de unidad y la potencia máxima. Para unidades hidráulicas se adopta $0.4 \cdot P_{max}$, para las unidades TV $0.45 \cdot P_{max}$ y para las unidades Diesel y TG $0.60 \cdot P_{max}$.

Curva de Capacidad:

Una gran parte de los datos disponibles en las planillas de centrales no son consistentes, observándose que los valores absolutos de $Q_{capacitivo}$ y $Q_{inductivo}$ aumentan con la Potencia activa. Esto no responde al comportamiento de la máquina síncrona y muestra un error de interpretación. En tales casos y en los faltantes, se estimaron los datos de la curva de capacidad para 0, 25, 50, 75 y 100% de la Potencia Máxima.

La estimación considera curvas típicas para 3 tipos de unidades: hidráulicas, térmicas TG – TV, y para las unidades Diesel. Para la región de sobreexcitación se consideraron 4 curvas para las unidades hidráulicas (para $\cos\phi$ de diseño 0.80, 0.85, 0.90 y 0.95), 2 para las unidades TG y TV (para $\cos\phi$ de diseño 0.80 y 0.85), y 1 para las unidades Diesel con $\cos\phi$ 0.80. Para el estado de subexcitación hay una sola curva para cada tipo de unidad; el diagrama de las unidades hidráulicas y Diesel se representa mediante una recta, que suele ser característica de los limitadores de subexcitación, y en las unidades turbogas se emplean dos rectas, porque una sola provocaría una operación muy restrictiva para despachos altos.

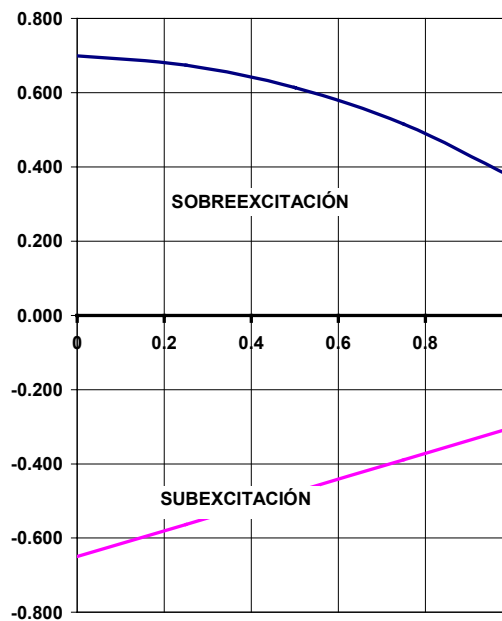


Figura 1: Ejemplo de unidad Hidráulica para $\cos\phi=0.90$

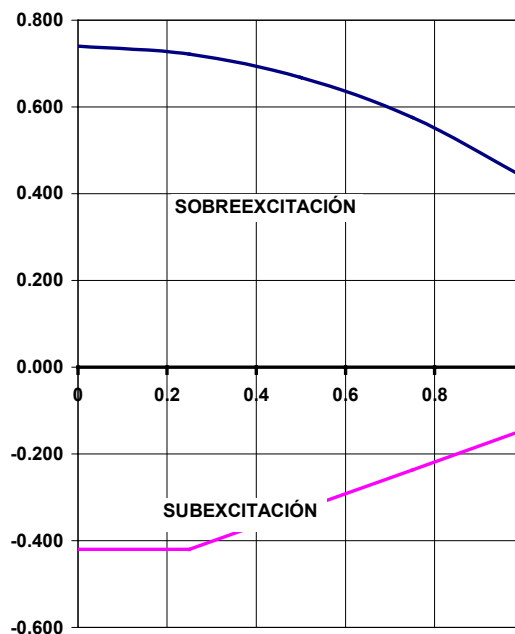


Figura 2: Ejemplo de unidad TG o TV para $\cos\phi=0.85$

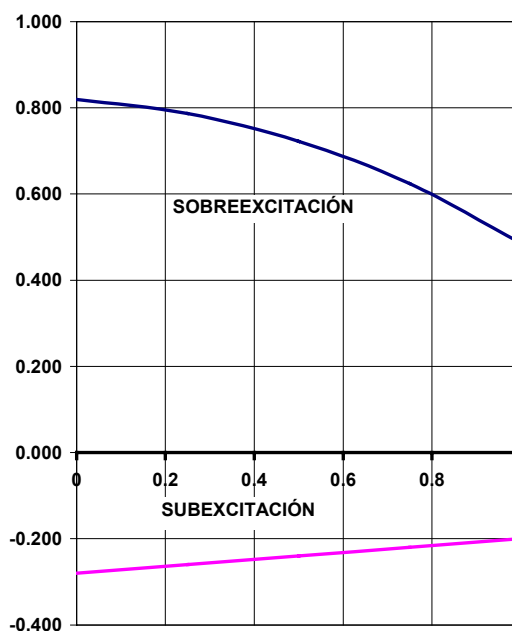


Figura 3: Ejemplo de unidad Diesel, $\cos \phi = 0.80$

Análisis de los datos particulares de cada una de las unidades

En el [ANEXO C1 – GENERADORES SÍNCRONOS](#) se detalla el análisis efectuado sobre cada una de las unidades. En el ANEXO C1A están las planillas con los datos resultantes por cada unidad, con comentarios que indican su naturaleza (estimados, corregidos, etc.). Los datos que no tienen comentarios han sido obtenidos desde las fuentes citadas. El archivo Gs_dyda.dyr contiene los datos en formato fuente

Desarrollo de los Modelos de los Motores Síncronos

La fuente principal de datos lo constituye la solapa Motores Síncronos del “**ANEXO-INFORME 01-EDP.xls**”, y el **Anexo 03 Maquinas Eléctricas**.

No hay datos dinámicos completos en ningún caso, aunque se destaca la primer unidad (ítem 01 según la planilla “**ANEXO-INFORME 01-EDP.xls**”) que dispone de todos los parámetros excepto la inercia de la carga.

Están disponibles en todos los casos los datos de la tensión, la potencia en el eje (HP) y el número de vueltas. Sólo en dos casos el $\cos \phi$ no está presente, y los restantes datos están en general, incompletos.

Los motores suelen tener como características, impedancias transitorias y subtransitorias relativamente más altas que para los generadores, y debido a su velocidad, la mayoría son de polos salientes. Se tomó como consigna que los motores con número de vueltas menores o iguales a 1200 se consideren de polos salientes, y el resto de rotor cilíndrico.

La inercia de la carga es por lo común, una magnitud que puede ser significativa para la inercia total del conjunto expresada por la constante “H”. La inercia de la carga es función de la forma de los equipos, el peso, y las relaciones de los engranajes que vincula el eje

del motor con el resto de los equipos. No puede predecirse directamente del tiempo de parada, porque es también una incógnita la variación del torque frenante con la velocidad de la unidad, ya que depende del tipo de proceso y los mecanismos de protección asociados que desvinculan uno o más de los componentes del eje a ciertas velocidades. Como este valor es susceptible de una gran dispersión, se adopta como valor de referencia 2.5 veces la suma de las constantes de inercia del rotor más el embrague.

Análisis de los datos particulares de cada una de las unidades

En el [ANEXO C2 – motores sincros](#) se detalla el análisis efectuado sobre cada una de las unidades. En el ANEXO C2A están las planillas con los datos resultantes por cada unidad, con comentarios que indican si son estimados o corregidos. Los datos que no tienen comentarios han sido obtenidos desde las fuentes citadas.

Desarrollo de los Modelos de los Motores Asíncronos

La fuente principal de datos lo constituye la solapa. Motores Asíncronos del “**ANEXO-INFORME 01-EDP.xls**”, y el **Anexo 03 Máquinas Eléctricas**. En todos los casos, la información básica contiene datos de la tensión nominal, la potencia en el eje (HP) y el número de vueltas. Por el contrario, hay pocos parámetros característicos del motor disponibles, tal como corriente de arranque, torque máximo, etc. En este desarrollo se han estimado sin excepción, todos los datos necesarios para modelar estos equipos en los estudios de estabilidad.

El modelado de los motores asíncronos de gran potencia será de utilidad para contemplar las relaciones tensión – corriente durante los transitorios en la red. Estos modelos pueden emplearse también para evaluar la posibilidad de desconexión ante transitorios severos, y simular las condiciones de arranque.

Sin embargo, cuando es preciso realizar análisis de detalle, es necesario observar la naturaleza de los datos y confiar en aquellos que son aportados por los fabricantes ($\cos\phi$ de arranque, corriente de arranque, torque de arranque, etc.), en tanto que los datos estimados serán útiles para representar el efecto general de su comportamiento, pero no se puede garantizar su desempeño individual pues han sido supuestos.

Además de completar los datos de la inercia de los rotores de los motores, también se estimó la inercia de la carga como 2.5 veces la inercia del rotor. Esto sirve sólo para tener en cuenta su efecto, y debiera precisarse con información de planta. Para simular las condiciones de arranque en vacío, debe modificarse la constante “H” considerando sólo la inercia del rotor.

Se advierte que debido a las pequeñas constantes de tiempo, resulta necesario reducir los pasos de integración para evitar problemas de convergencia.

Análisis de los datos particulares de cada una de las unidades

En el [ANEXO C3 – motores Asíncronos](#) se detalla el análisis efectuado sobre cada una de las unidades. En el [ANEXO C3A](#) están las planillas con los datos resultantes por cada unidad, con comentarios que indican si son estimados o corregidos. Los datos que no tienen comentarios han sido obtenidos desde las fuentes citadas.

Modificas de los Modelos para los Motores Síncrónicos y Asíncrónicos**Motores Síncrónos**

Sólo se reconocen los parámetros de la unidad de 9500 HP de Millsite, siendo los restantes nuevos datos debido a lo cual se adoptan parámetros para satisfacer los parámetros $x'd$ y x_0 suministrados por COES, sin abordar en otros detalles como la inercia del rotor, embrague o carga.

- En el caso de Millsite se reemplazó la tensión nominal y la reactancia de secuencia homopolar; el resto de los parámetros se dejó sin cambios.
- Excepto en el equivalente de motores de ILO1, el factor de potencia en el resto de las unidades fue estimado en 0.80.
- El rendimiento se calculó en todos los casos a partir del factor de potencia, la potencia útil en el eje y la potencia nominal del alternador en MVA. En el caso de ILO1, se supuso un rendimiento del 95% para obtener la potencia del alternador (MVA).
- Se considera que debido al bajo valor de $x'd$ en la planilla de COES, éste es un valor saturado y se ha estimado para los parámetros del modelo un valor no saturado, dado que en los estudios se considera la saturación. La mayoría de los cálculos de cortocircuito empleará, sin embargo, la reactancia subtransitoria de eje directo saturada, cuyo valor es apreciablemente más bajo que $x'd$.

Motores Asíncrónos

Se adoptan motores equivalentes que puedan satisfacer los parámetros suministrados por COES, sin abordar en detalles de las características particulares por tratarse de equivalentes.

- En el caso de ILO1 se supuso una potencia en MVA a partir de un rendimiento estimado.
- Se supone que el valor del $\cos\phi$ de los motores de Botiflaca BT2 (56016) y BT3 (56014), y el de San Nicolás en la barra 26064, incluye la compensación capacitiva declarada debido a su alto valor. Por lo tanto, se recalculó el $\cos\phi$ y necesariamente los MVA base adoptando un rendimiento típico.

Equivalentes en San Nicolás

Se desarrolló la red de alimentación a los motores a fin de calcular los equivalentes para cortocircuito. Los datos de secuencia homopolar no resultan de interés, puesto que todos los transformadores están en triángulo en 13.8 kV, interrumpiendo la red de secuencia.

COES estableció un equivalente de motores en 13.8 kV que representa a:

- todos los motores que se alimentan desde el sistema de 33 kV,
- los vinculados a la barra de 13.8 kV con transformadores con tensión secundaria inferior a 4.16 kV,
- los motores de la alimentación designada como SWP, y
- los motores de la alimentación designada como DP cuya tensión en bornes es 4.16 kV.

El resto de los motores se modela junto con los motores síncronos y el generador CUMMINS en 4.16 kV, con un equivalente para los motores síncronos, otro para los motores asíncronos, y el generador modelado independientemente.

Las potencias coinciden excepto en el equivalente de 13.8 kV en que faltan 800 HP, y para contemplar esta falta, se supuso que los motores de la alimentación SWP son de sólo 100 HP.

En estas condiciones, se obtuvo como equivalente para el aporte de los motores en 13.8 kV:

$$z_{pos} = 0.08415 + j1.19403, \text{ en base 100 MVA}$$

y el aporte en la barra de 13.8 kV de los motores representados en 4.16 kV es:

$$z_{pos} = 0.01347 + j 0.45692, \text{ en base 100 MVA}$$

Para tomar en cuenta este efecto, el equivalente de los motores en 13.8 kV que acompaña a este documento, tiene agregado un transformador de bloque con una impedancia de $0.00673+j0.05217$ en base 18.7 MVA (que es la del equivalente), y restaría que TRANSENER modifique la impedancia del transformador entre 13.8 kV a 4.16 kV, agregando $0.00168+j0.02997$ en base 100. Con estos cambios, los cálculos de cortocircuito darían los mismos resultados que el equivalente en las fallas simétricas. En las fallas asimétricas, el transformador de bloque del equivalente siempre es interpretado por el PSS/E como perteneciente al grupo YNd, lo cual no es correcto en este caso.

Desarrollo de los Modelos de los Sistemas de Control

A partir de los datos suministrados por COES en el ANEXO 03 e información complementaria, es posible modelar un número reducido de equipamientos de control de los equipos de generación, lo cual no resulta suficiente para desarrollar estudios con el grado de detalle que requiere el propósito de este proyecto.

Resulta necesario entonces, adoptar hipótesis para modelar los sistemas de control faltantes, a fin de contemplar la influencia de estos equipos, sobre todo durante las excursiones de gran señal.

Una hipótesis posible es asumir que los equipos reales presentan una respuesta razonablemente aceptable para cumplir su función, exhibiendo tiempos de crecimiento y de establecimiento acordes a las prácticas en la materia, con sobrepicos moderados.

Tal hipótesis dará por resultado sistemas de control “bien ajustados” para propósitos generales, pero dicha respuesta podría ser insuficiente para tolerar fallas severas en localizaciones específicas. Si bien el suponer un desempeño razonable podría también “enmascarar” desempeños deficientes de algunos sistemas de control, se considera que el número de unidades que pudieran caer en esta clasificación debería ser menor, puesto que en la fase de puesta en marcha de los equipos, generalmente realizados por los propios fabricantes, la respuesta de los sistemas de control se ajusta para exhibir una evolución al menos suave y bien amortiguada de las variables controladas, aunque no se pueda garantizar que tenga siempre la velocidad de respuesta necesaria.

Se ha verificado la respuesta de los sistemas de control de las unidades que tienen disponibles los parámetros de ajuste del regulador. Si la respuesta es aceptable, estos parámetros se preservan en la base de datos, pero si la respuesta resulta oscilatoria se informa la anomalía y se modifican los parámetros de ajuste.

Para las unidades que no disponen de esta información, los ajustes se adoptaron para satisfacer criterios de desempeño que son habituales en la práctica de los sistemas de potencia. Como guía para ajustar la respuesta de los sistemas de control en estos casos, se usaron los siguientes criterios:

Abreviaturas:

Tc : Tiempo de crecimiento (entre el 10 y el 90% del cambio de consigna)

T_{90%}: Es el tiempo necesario para alcanzar por primera vez el 90 % del valor final

Sp: Sobrepico

Tp: Tiempo al primer pico positivo

Desempeño estipulado de los Sistemas de Excitación:

- Sistemas de Excitación (SE) de Corriente Alterna (CA) para unidades grandes:
Tp = 0.750 – 0.850s; Tc = 0.325 – 0.375s; T_{90%} = 0.450 – 0.550s; Sp <15%
- SE Brushless para unidades Diesel (Más saturadas y de menor respuesta):
Tp = 0.900 – 1.100s; Tc = 0.400 – 0.450; T_{90%} = 0.550 – 0.650s; Sp <15%
- SE Estáticos para todas las unidades:
Tp = 0.625 – 7.25; Tc = 0.275 – 0.325; T_{90%} = 0.300 – 0.375s; Sp <15%
- SE de Corriente Continua para todas las unidades:
Tp = 1.200 – 1.400; Tc = 0.400 – 0.500; T_{90%} = 0.625 – 0.725s; Sp <15%

Desempeño estipulado de los Sistemas de Regulación Carga – Frecuencia:

- Unidades TG:

$T_p = 4.0 - 6.0s$; Sobrepico $<30\%$. En unidades de mayor antigüedad se supone una respuesta más lenta.

- Unidades Diesel:

$T_p = 15.0 - 17.0s$; Sobrepico $<30\%$

- Unidades TV:

$T_p = 7.0 - 10.0s$; según los estadísticos, y en general mayores para las unidades más pequeñas. El sobrepico es $<30\%$. Ante cambios de consigna del 2.5 al 5%, la respuesta exhibe el T_p postulado, pero para mayores cambios de consigna la respuesta aparece “saturada” debido al efecto de la caldera.

- Unidades Hidráulicas con algunos datos de los sistemas de control:

$T_p = 5.0 - 9.0s$; Sobrepico $<30\%$

- Unidades Hidráulicas sin datos (con elementos de control supuestos):

$T_p = 10.0 - 12.0s$; Sobrepico $< 30\%$

El desarrollo de los modelos se ha dividido en tres grupos para los generadores. El primer grupo tiene en cuenta los equipos que cuentan con datos aportados por los fabricantes o modelos usados en simulaciones previas; el segundo pertenece a una adaptación de modelos descritos en una planilla del Anexo 03, de la cual no se conoce si los datos sin comentarios han sido previamente estimados, propuestos por el fabricante, resultado de ensayos en campo, o de estudios previos; el tercer grupo está compuesto por datos estimados, de los cuales no se conoce ni la naturaleza de la tecnología, fecha de fabricación, etc.

Análisis de los datos particulares de cada una de las unidades

En el [ANEXO C4 – SISTEMAS DE CONTROL DE GENERADORES](#) se detalla el análisis efectuado sobre cada una de las unidades. En el [ANEXO C4A](#) consta un reporte de los datos de los modelos, incluyendo el modelo de la máquina síncrona, producido por la actividad DOCU del PSS/E.

Desarrollo de los Modelos de los Relés para el Rechazo de Carga/Generación

No encontrándose disponibles en la librería de modelos Standard del simulador PSS/E los tipos de relés para el Rechazo de Carga/Generación por subfrecuencia, mínima tensión o sobrefrecuencia, que representen correctamente el funcionamiento requerido, se han debido desarrollar modelos del Usuario ad hoc para representar los relés de alivios de carga propuestos. En el [ANEXO C5 – modelos de usuario de relés](#) se detallan a través de las planillas típicas, los parámetros requeridos por los modelos desarrollados.

CONCLUSIONES

Esta versión de la base de datos representa una aproximación al sistema eléctrico en estudio, contemplando las diversas tecnologías y sobre todo, la respuesta que es de esperar de los sistemas de control con un desempeño aceptable.

Los parámetros de los generadores síncronos, representan una estimación razonable para muchos de los equipos encontrados en la industria, y permitirán poner de manifiesto al menos, la naturaleza de su respuesta ante los fenómenos transitorios ocasionados por las fallas, en dependencia de la ubicación específica y severidad de la perturbación, y las condiciones operativas previas.

La documentación de los parámetros es pormenorizada, indicando la naturaleza de cada dato, con el propósito de sentar una primer referencia ante la ausencia de una base de datos previa. Se ha perseverado en incluir aún datos que no son fácilmente disponibles en las bases de datos de los estudios eléctricos de sistemas de potencia, con el objeto de forzar a que se tengan en cuenta en ulteriores revisiones, recabándolos desde las fuentes disponibles en las centrales y confrontándolos con esta primera aproximación de referencia.

Se han verificado todos los sistemas de control modelados, para asegurar que sus respuestas exhiban desempeños satisfactorios, descartando así la introducción de problemas de inestabilidad por oscilaciones no amortiguadas. Por lo tanto, las oscilaciones que pudieran originarse en las simulaciones deberían adjudicarse a “problemas potenciales” de acoplamiento electromecánico entre unidades, que deberían investigarse con mayor profundidad mediante modelos contrastados por medio de ensayos en planta.

Se han desarrollado los modelos de Usuario para implementar en el simulador PSS/E que representan el funcionamiento de los relés propuestos para los esquemas de Rechazo de Carga/Generación.

RECOMENDACIONES

Esta primer versión de la base de datos, debería ser revisada y paulatinamente mejorada con información obtenida desde ensayos, información de los fabricantes, datos de placa, etc., hasta obtener una representación conforme al sistema bajo estudio.

Se recomienda que esta primer versión se tome como referencia, porque más allá de las imprecisiones que pudiera contener, posee una documentación homogénea de todos los elementos, y consigna la naturaleza o fuente de cada dato.

Para controlar el contenido de la base de datos, se recomienda distribuir a los responsables de las plantas de generación una copia de los datos de los equipos que están bajo su control, para que éstos sean revisados por sus técnicos/especialistas, avalando u observando el contenido de manera fundada, y aporten la información disponible a la luz de los requerimientos de esta primer referencia.

En la primer revisión, es recomendable también que los propietarios de las plantas adjunten datos característicos de los equipos, tal como el fabricante, modelo del equipo (para los sistemas de excitación, controladores de turbina, etc.), y describan la tecnología empleada (para las excitatrices por ejemplo, debiera constar si son estáticas, de corriente alterna con rectificadores controlados, con rectificadores rotantes no controlados, de corriente continua, etc.). Esta información permitirá en una segunda fase, una mejor selección de los modelos de los sistemas de control para representar aquellos equipos que aún no cuentan con información respaldada por ensayos, y asociarles el desempeño que puede esperarse de ellos:

Con los datos recabados de los propietarios de las plantas de generación, debe realizarse la actualización de la información puntualizando rigurosamente la fuente de los nuevos datos y el fundamento de los cambios.

Es conveniente revisar la representación de los sistemas de control carga/frecuencia en PSS/E a partir de datos disponibles en otros simuladores, porque se pueden originar algunos inconvenientes relacionados con la base de referencia que se utiliza. En PSS/E los modelos están referidos a la potencia base (MBASE), excepto en los modelos GAST2A y GASTWD (en general, aquellos que especifican TRATE), y en otros simuladores esto podría no ser así. De modo que los datos de estatismo, que por lo común se refieren a la potencia mecánica máxima de la unidad (debieran siempre referirse a la potencia nominal o de placa, al igual que el resto de los parámetros), deben convertirse a la MBASE en PSS/E. Los datos diversos desde los que se ha extraído la información, no permiten dar cuenta de su origen y siempre se adoptó que estaban referidos a la potencia mecánica máxima. Para salvar estas inconsistencias, deberían especificarse claramente los datos a los responsables de las plantas para evitar malas interpretaciones, para caracterizar adecuadamente las respuestas de los equipos en el simulador.

ANEXO C1 – GENERADORES SÍNCRONOS**Detalles particulares del análisis de cada grupo.**

Las conexiones con las planillas de datos en el ANEXO C1A, se materializa mediante el número de Item.

Notas:

- 1 El número de Item se refiere al designado en la planilla “ANEXO-01 INFORME EDP.XLS”, en la solapa Máquinas Síncronas. Los condensadores síncronos se han hecho correlativos a los generadores síncronos, y se han agregado items adicionales para indicar grupos nuevos.
- 2 Cuando se hace referencia a planillas EGASA, ELECTROPERU, etc., se refiere a las contenidas en los libros Excel “FICHA EGASA.XLS”, etc.
- 3 Se usan abreviaturas para indicar Snom: Potencia nominal (MVA), Pmax/Pmin: Potencia Máxima/Mínima (MW) $\cos\phi$: factor de potencia.
- 4 Para indicar que una reactancia es saturada, suele añadirsele una “s” a su símbolo (x^s qs), y la “u” para los valores no saturados (unsaturated).
- 5 El número de Item se refiere al designado en la planilla ANEXO-01 INFORME EDP.XLS, en la solapa Máquinas Síncronas

Item 1: CH Cahua

Los datos del ELECTROPERU se contrastan con la información de ALSTOM, y se complementan con datos estimados. La reactancia de secuencia inversa de ALSTOM se reemplaza por una estimación del valor saturado $0.5 \cdot (x^d + x^q) \cdot 0.835$. La curva de capacidad en sobreexcitación se adopta desde ALSTOM, y para la subexcitación se supone una característica recta típica de un limitador.

Item 2: CH Gallito Ciego

Se completan los datos faltantes, y se estiman valores saturados para las impedancias de secuencia.

Item 3: CT Pascamayo, Grupos MAN

Se adopta un generador de polos salientes con reactancia de eje directo alta (1.6).

Item 4: CT Pascamayo, Grupos Sulzer

Se adopta un generador de polos salientes con reactancia de eje directo alta (1.6). La inercia se considera 2.5, por similitud de unidades de Snom > 4 MVA

Item 5: Pariac CH1

Se modelan en 13.2 kV, pero la estimación de la r_N se conservó en 5.2 kV. Para las unidades Hidro de PARIAC, se adoptan constantes de tiempo bajas. El resto es una estimación a partir de una baja reactancia síncrona ($x_d = 90\%$). El factor de potencia y la potencia máxima se adoptan desde las Planillas de la Central CAHUA. Los datos de la curva de capacidad se estimaron, porque superan la Snom.

Item 6: Pariac CH2

Idem comentarios Pariac CH1, excepto que la r_N original se calculó para 0.440 kV.

Item 7: Pariac CH3A

Idem comentarios Pariac CH1, excepto que la r_N original se calculó para 0.440 kV.

Item 8: Pariac CH3N

Idem comentarios Pariac CH1, excepto que la r_N original se calculó para 0.440 kV.

Item 9: Pariac CH4 – G1

Idem comentarios Pariac CH1, excepto que la r_N original se calculó para 0.440 kV.

Item 10: Pariac CH4 – G2

Idem comentarios Pariac CH1, excepto que la r_N original se calculó para 0.440 kV.

Item 11: CH Callahuanca, grupos G1, G2 y G3

Los datos provienen de un estudio de CESI y aunque no hay datos de saturación, los parámetros lucen como no-saturados y se interpretan como tales. La resistencia de armadura está fuera de rango, y se corrigió suponiendo que estaba en %. Se considera que los datos de curvas de capacidad desde la Planilla de EDEGEL no son consistentes, y se adoptan curvas estimadas conforme a las potencias máximas de los 3 grupos.

Item 12: CH Callahuanca, grupo G4

Los datos se toman desde un estudio de CESI, y aunque no hay datos de saturación, los parámetros lucen como no-saturados, y se interpretan como tales. Se reemplaza $x_d=1.60$ por $x_d=1.30$, porque se considera fuera de rango en relación al resto de los parámetros. También se reemplazó la resistencia de armadura por un valor estimado. Se considera que los datos de curvas de capacidad desde la Planilla de EDEGEL no son consistentes y se adopta una curva estimada.

Item 13: C.H. Chimay

En CHIMAY se adoptó la S_{nom} en 85 MVA conforme a los datos de la curva de capacidad (90 MVA de la planilla de EDEGEL es la capacidad en sobrecarga). La P_{max} también se adoptó desde dichas planillas. Es sospechoso $T'do$ tan alto, y el valor de $X'd$ que parece corresponder al valor saturado por la escasa diferencia con $X'd$ no-saturado. No obstante, se respetan los valores preexistentes, puesto que no introducirán conflictos con la representación matemática. La curva de capacidad se toma del diagrama (ANEXO 03).

Item 14: CH Huampani G1 y 2

Se estiman los valores faltantes al igual que la curva de capacidad, puesto que los valores contenidos en la planilla de EDEGEL no lucen consistentes.

Item 15: CH Huinco G1 a G4

Las reactancias parecen valores no-saturados, por lo tanto se estiman los valores saturados faltantes (x_1 , etc.). Las cuatro unidades difieren únicamente en la P_{max} .

Los datos de las curvas de capacidad lucen no consistentes en la planilla de EDEGEL, y se las reemplaza por valores estimados.

Item 16: CH Matucana, G1 y 2

Se corrige la resistencia de armadura, porque se presume que está en %. Los datos de las curvas de capacidad lucen no consistentes en la planilla de EDEGEL, y se las reemplaza por valores estimados.

Item 17: CH Moyopampa

Cambia la Snom desde 30 a 35MVA según planillas de EDEGEL. Se corrigió la resistencia de armadura considerando que estaba expresada en %, y se adoptaron las curvas de capacidad consistentes con 35 MVA referidos a la Pmax de cada unidad. Los datos de las curvas en la planilla de EDEGEL no lucen consistentes, y se estimaron.

Item 18: CT Santa Rosa A, grupos UTI5 y 6

X_q no debe ser mayor que x_d , y se corrige como $x_q=0.96x_d$. El valor de x'_d y x''_d es relativamente bajo, por lo que se consideran valores saturados. Por lo tanto, se los reemplaza por una estimación de los valores no-saturados. Los datos de la curva de capacidad se estiman para la Pmax porque en la planilla de EDEGEL no lucen consistentes. Se supone que la constante de inercia 7.31 kgm² corresponde a J (WR^2) en lugar de GD^2 , porque de lo contrario resultan valores fuera de rango para unidades turbogas convencionales.

Item 19: CT Santa Rosa, grupos BBC2 y 3

De acuerdo a su potencia, se estima $x_d=220$, y $H=9$, considerando que la turbina tiene mayor número de revoluciones. Los datos de la curva de capacidad se estiman para la Pmax porque en la planilla de EDEGEL no lucen consistentes para la potencia de las unidades. Se supone que la constante de inercia 2.12 kgm² corresponde a J (WR^2) en lugar de GD^2 , porque de lo contrario resultan valores fuera de rango para unidades turbogas convencionales.

Item 20: CT Santa Rosa, grupos BBC4

T''_q se divide por 10, considerando un error tipográfico. Se modifican los valores de x''_q considerando un 5% más de x''_d para calcular x_2 como $0.5*(x''_d+x''_q)*0.835$. Los datos de la curva de capacidad se estiman porque en la planilla de EDEGEL no lucen consistentes. Se supone que la constante de inercia 2.85 kgm² corresponde a J (WR^2) en lugar de GD^2 , porque de lo contrario resultan valores fuera de rango para unidades turbogas convencionales.

Item 21: CT Santa Rosa nueva (Westinghouse)

Se estimó la inercia en 7, y se modificaron los valores de x_1 y x_2 considerando los valores saturados a partir de x''_d (x_1 se toma como $0.82*x_d$, y x_2 como en el item20. Se supuso un valor de resistencia de neutro, porque la información no da cuenta de ello, y un generador de este tamaño seguramente debe tenerla. Los datos de saturación se verificaron con las curvas del ANEXO 03, de donde también se sacó la

curva de capacidad. Se supone que la constante de inercia 14.29 kgm² corresponde a $J (WR^2)$ en lugar de GD^2 , porque de lo contrario resultan valores fuera de rango para unidades turbogas convencionales.

Item 22: CH Yanango

Se corrige el valor de S_{nom} , a partir de la información de EDEGEL. Los datos de la curva de capacidad se toman desde el ANEXO 03, los cuales no coinciden con las planillas de EDEGEL. Algunos datos dinámicos difieren de los contenidos en el ANEXO 03, pero se adoptan los del ANEXO 01. La V_{nom} original (13.8 kV) fue reemplazada por 10.0 kV

Item 23: CT Malacas, grupo TG4

Se modificó x_2 por un valor en concordancia con x''_d . Del Anexo 03 se adoptó la curva de capacidad más restrictiva (modificada con comentarios en la hoja) y la resistencia estática, pero no se le impuso ningún límite de seguridad. Los datos en sobrecarga en la planilla de EEP SA no son consistentes. También de este ANEXO se obtuvieron datos no saturados desde una máquina similar (AGUAYTIA), que sirvieron de referencia para la estimación. Los datos de la curva de saturación se obtuvieron del Informe N° 8.

Item 24: CT Malacas, grupos TG1, 2 y 3

Se estimaron todos los valores, excepto la tensión, potencia y el $\cos\phi$. Los datos de la curva de capacidad de la planilla de EEP SA se reemplazaron por valores estimados porque son muy restrictivos en relación a la capacidad de la unidad. La constante de inercia H se estimó partiendo de las características suministradas por EEP SA, las constantes de inercia de la turbina, reductor y suponiendo que la del alternador es un 30% de la de la turbina (en kgm²).

Item 25: CH Charcani I

Además de estimar valores faltantes, se modifica la reactancia x_2 considerando la x_1 saturada y una x''_q estimada. La S_{nom} se modifica al valor de la planilla de EGASA. Se considera que H es 1.6, similar al dato de la unidad Charcani 3S. Los datos de la curva de capacidad se estiman a $\cos\phi=0.95$.

Item 26: CH Charcani II

Se adopta $H=1.6$, similar al de la unidad Charcani 3S. Los datos de la curva de capacidad se estiman a $\cos\phi=0.95$.

Item 27: Charcani IIIA

Se estiman datos faltantes, y se supone $S_n=2.864$ tanto para esta unidad como para la siguiente de Charcani III (3A y 3S). Los datos de la curva de capacidad se estiman a $\cos\phi=0.80$.

Item 28: Charcani IIIS

Ver anterior.

Item 29: Charcani IV

Se modifica la Snom a 6.75 como en la planilla de EGASA. Los datos de la curva de capacidad se estiman a $\cos\phi=0.95$.

Item 30: Charcani VI

Se modifica la Snom a 10.8, según planilla de EGSA. Los datos de la curva de capacidad se estiman a $\cos\phi=0.95$.

Item 31: Charcani V

Los datos del Anexo 01 se complementaron con x_q , x_2 (no saturada), x_d saturada y las constantes de tiempo subtransitorias a circuito abierto provistas por ABB Alstom. Se estimó la reactancia de dispersión, y se descartó el valor de x_0 reemplazándolo por un valor coherente con x''_d ; x_2 saturado se estimó a partir del valor no saturado. La inercia se adoptó del cálculo del GD2 y el número de vueltas. Se extrajeron datos de la curva de capacidad del ANEXO 03, y de éste se confirmaron los valores no saturados de x_d , x'_d y x''_d , y de T'_{do} .

Item 32: Máquina síncrona convertidora de frecuencia, lado 50 Hz

Este modelo y el siguiente, se representaran en conjunto en el modelo FRECHG, de modo que los parámetros deben extraerse de los estimados aquí.

Item 33: Máquina síncrona convertidora de frecuencia, lado 60 Hz

Ver anterior.

Item 34: CT Chilina, grupos SLZ1 y 2

Se estimaron los parámetros necesarios, se corrigió r_1 porque estaba fuera de rango, para x_1 se estimó el valor saturado de x''_d ; el valor de x_2 y x_0 estaban fuera de rango. Los datos de la curva de capacidad de la planilla de EGASA no lucen consistentes y se estimaron.

Item 35: CT Chilina CC

Se estimaron todos los valores. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes para el tipo de unidad ($|Q_{capacitivo}| > |Q_{inductivo}|$) y se estiman.

Item 36: CT Chilina TV1

Esta unidad está trabajando a 50 Hz. Aunque se conserva, es llamativa la alta inercia y se sospecha que se podría deber a una inercia equivalente en 60 Hz, que involucre la constante de inercia de la unidad convertidora, aunque aún así parece alta. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes para el tipo de unidad ($|Q_{capacitivo}| > |Q_{inductivo}|$) y se estiman.

Item 37: CT Chilina TV2

Idem anterior.

Item 38: CT Chilina TV3

Se reemplaza x_2 por un valor estimado de x_2 saturado, coherente con un valor de x_1 (igual a x''_d saturado). Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes para el tipo de unidad ($|Q_{capacitivo}| > |Q_{inductivo}|$) y se estiman.

Item 39: CT Mollendo, grupos D01 a D03

Se estimaron los parámetros faltantes.

Item 40: Mollendo TG

Se mejoraron datos obtenidos desde planillas de Alstom en un informe de EGASA al COES (GG/TC-074/99-EGASA)(Carpeta 34), los cuales están indicados explícitamente. El resto de los datos se adoptó desde el ANEXO 01 de COES. La curva de capacidad se relevó del ANEXO 03.

Item 41: Dolorespata ALCO1 y 2

Se estimaron todos los datos. Se adoptó Pmax aunque supere la capacidad del alternador, pero se descartan los valores de la curva de capacidad porque superan ampliamente Snom.

Item 42: Dolorespata GM1 a 3

Se estimaron todos los datos. Se adoptó Pmax aunque supere la capacidad del alternador, pero se descartan los valores de la curva de capacidad porque superan ampliamente Snom.

Item 43: Dolorespata SLZ1

Se estimaron todos los datos. Se adoptó Pmax aunque supere la capacidad del alternador, pero se descartan los valores de la curva de capacidad porque superan ampliamente Snom.

Item 44: Dolorespata SLZ2

Se estimaron todos los datos. Se adoptó Pmax aunque supere la capacidad del alternador, pero se descartan los valores de la curva de capacidad porque superan ampliamente Snom; éstos se estimaron.

Item 45: CH Herca

Se estimaron todos los datos. Se descartan los valores de la curva de capacidad porque superan ampliamente Snom.

Item 46: CH Machupichu

En Machupichu se accedió a los datos de la renovación de la central, obteniendo algunos valores saturados aptos para los estudios de cortocircuito, y los valores no saturados para los estudios de estabilidad. Resulta llamativo el valor de $x''q$, el cual indicaría que no dispone de anillos amortiguadores continuos. No obstante, el valor de la constante de tiempo $T''q$ es significativo y hace presumir que el amortiguador está presente. Por esta razón, se estima que existe el amortiguador, que $x''q$ toma los valores habituales, de modo que x_2 se modifica considerando estas hipótesis. También se obtiene de este informe la curva de capacidad, y se verifica que la saturación en las curvas de ensayos es representativa del valor del ANEXO 01 para todas las unidades. Se constata que los parámetros del alternador en el ANEXO 03 son valores saturados, y algunos difieren levemente de los contenidos en los datos de la renovación de la central.

Item 47: CH Cañón del Pato

Los valores del Informe 8 en planillas de ABB no coinciden en general con los valores del “ANEXO-INFORME 01-EDP.xls”, pero si con los valores saturados publicados en el Anexo 03, en una planilla de ABB Hydro. Es sospechoso que esta coincidencia de sus valores numéricos se logre con bases diferentes de potencia (en el Anexo 03 es de 42.810 y en esta última información es de 43.260 MVA). Como criterio, se adoptaron los valores NO saturados correspondientes en el Anexo 03, considerando el mismo valor numérico como si la base de referencia fuese de 43.260 MVA. El dato de la impedancia de puesta a tierra del centro de estrella se adopta del plano adjunto a la información. La resistencia estática tiene un valor fuera de rango, y se conserva el del “ANEXO-INFORME 01-EDP.xls”. El estudio que consta en el Anexo 03: “Deflector Governing Gains–Rev.1” y el diagrama de bloques que lo acompaña, informan una inercia expresada en base al tiempo de arranque o lanzamiento ($T_a=5.33 \text{ s} \rightarrow H=2.532 \text{ s}$) que difiere del que aparece en la planilla de datos de ABB ($J=90 \text{ Tm}^2 \rightarrow H=1.478 \text{ s}$). Se asume que este último valor corresponde sólo al rotor, y que el otro (2.532 s) agrega la inercia de las dos turbinas que están acopladas a cada generador. La curva de capacidad se toma del Anexo 03 para $\cos\phi=0.95$, y se verifican los datos de saturación de una gráfica de ensayo. Se estiman los valores faltantes.

Item 48: CH Carhuaquero

Se corrigió la Snom que figuraba en ANEXO 01 (27.8 MVA del año 1991) por el último dato (32.27 del año 1999, aparentemente repotenciada) del ANEXO 03. No obstante, los parámetros conocidos corresponden a la potencia anterior, por lo tanto, se los corrige a la nueva base. Del Anexo 03 se obtuvo también la curva de capacidad, verificando los datos para Pmax.

Item 49: CT Chiclayo Oeste, grupos GMT1 a 3

Se adoptaron Pmax y Pmin para cada unidad desde planilla de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron. Cambia la potencia y tensión nominales de las unidades. Desde información suministrada por la central Chiclayo, se obtiene los datos de la potencia y tensión nominal, diferentes a los del Anexo 01. Para las unidades GMT1-2, se obtuvo desde la información de la central datos de la cte. de tiempo transitoria de eje directo de circuito abierto, y las reactancias x_d , x'_d , x''_d , x_2 y x_0 . De esta fuente también se obtuvieron las mismas reactancias para el grupo GMT3. En ambos casos, se estimaron los datos faltantes.

Item 50: CT Chiclayo Oeste, grupos SLZ1 y 2

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin para ambas unidades desde planilla de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron. Desde información suministrada por la central, se modificó la tensión nominal.

Item 51: CT Chimbote, grupos TG1 y 2

La tensión nominal se reemplazó a 13.8 kV, según los datos de placa. La Pmax en las TG1 y 2 se obtuvieron de las planillas de EGENOR. Los datos del Anexo 01 se

desestimaron, puesto que corresponden a la unidad TG3, fabricada por GE. Por lo tanto, se estimaron todos los datos en semejanza a la unidad de Trujillo Sur, que si bien tiene tensión nominal diferente, está construida por el mismo fabricante (Brush).

Item 52: CT Chimbote, grupo TG3

La tensión nominal se reemplazó a 13.8 kV, según los datos de placa. Se examinaron los datos provistos por el fabricantes (GE) y se confirmaron la mayoría de las impedancias, pero se reemplazaron las reactancias saturadas de secuencia positiva, negativa y cero, la reactancia subtransitoria de eje en cuadratura y la resistencia de armadura. Las curvas de saturación y de capacidad también se obtuvieron a partir de datos de GE. La Pmax se obtuvo de la planilla de EGENOR.

Item 53: CT Paita 1, grupos EMD1 a 3

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin desde planillas de EGENOR. La tensión nominal se corrige a 4.16 kV. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron.

Item 54: CT Paita 2, grupos SKODA1 a 3

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin desde planillas de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron.

Item 55: CT Piura 2, grupo MIR1

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin desde planillas de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron. La tensión nominal es 5.0 kV según datos de la central, pero se deja la establecida en los unifilares (4.8 kV)

Item 56: CT Piura 2, grupo MIR4

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin desde planillas de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron. La tensión nominal es 5.0 kV según datos de la central, pero se deja la establecida en los unifilares (4.8 kV)

Item 57: CT Piura 2, grupo MIR5

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin desde planillas de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron. La tensión nominal es 5.0 kV según datos de la central, pero se deja la establecida en los unifilares (4.8 kV)

Item 58: CT Piura TG

La capacidad del alternador de la unidad se obtiene desde información de las características nominales de la unidad (Informe N° 22). Se estiman todos los valores, siguiendo los valores saturados x_d y x'_d del Informe N° 27, excepto Pmax y Pmin que se adoptan desde la planilla de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad de esta planilla son notablemente bajos y se prefiere una estimación de valores típicos.

Item 59: CT Piura 1, grupo GMT1 y GMT2

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin para cada unidad desde planilla de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron. La tensión nominal es 10.5 kV según datos de la central, pero se deja la establecida en los unifilares (10.0 kV), en virtud de que funcionan en una misma barra con otras unidades cuya tensión nominal es 10 kV.

Item 60: CT Piura 1, grupo MAN

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin desde planilla de EGENOR. Se estimaron los datos de la curva de capacidad.

Item 61: CT Piura 1, grupo SWD

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin desde planillas de EGENOR. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron.

Item 62: CT Santiago del CAO (Trupal), grupo TV

Se reemplaza los valores $x''_q=x_2=x_1=x''_d$ no saturada, por estimaciones razonables para x''_q , y de valores saturados para x_1 , x_2 . El valor de Pmax se adoptó de la planilla de EGENOR, y los datos de la curva de capacidad se estimaron porque no lucían consistentes.

Item 63: CT Sullana, grupos ALCO1 a 4

Se estimaron todos los valores, adoptando Pmax y Pmin para cada unidad desde planillas de EGENOR. La tensión nominal se corrige a 4.16 kV. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron.

Item 64: CT Trujillo SUR, grupo Trujillo TG

De los datos de placa, se corrigió la tensión nominal a 10.0 kV. Se examinaron los datos provistos por el fabricante del alternador (BRUSH): x_d , x'_d , x''_d , x_2 , x_0 , $T'do$ y resistencia de armadura, y se completaron los datos faltantes a partir de una unidad de similares características, reemplazando los datos del Anexo 01 que correspondían a la unidad TG3 de Chimbote, fabricada por GE. Estos datos están en un documento de John Brown Engineering (Informe 21). De la descripción, se obtuvo también la curva de saturación en vacío del campo principal. La curva de capacidad del informe de J.Brawn corresponde a una máquina de mayor tamaño (30.4 MVA), y no figura explícitamente su correspondencia con unidad alguna, por lo tanto se estiman los datos de capacidad en función del tipo de unidad y factor de potencia. El valor de Pmax se adoptó de la planilla de EGENOR

Item 65: CH Aricota I, grupos G1 y G2

Se toman en cuenta las potencias máximas individuales. Los datos de la curva de capacidad se estimaron porque no lucen consistentes en la planilla de EGESUR.

Item 66: CH Aricota II

El grupo de Aricota2 se estimó igual a los de Aricota1, excepto la inercia H cuyo dato se da. La curva de capacidad se estimó porque los datos no lucen consistentes en la planilla de EGESUR.

Item 67: CT Calana, grupos GD1 a GD4

Se reemplazan x_1 y x_2 por una estimación de valores saturados. El resto de los parámetros son originales. Los datos de la curva de capacidad fueron reemplazados por valores estimados, porque no lucen consistentes en la planilla de EGESUR.

Item 68: CT Moquehua, grupos GD1 y 2

Se estimaron todos los valores, excepto P_{max} y P_{min} . Los datos de la curva de capacidad fueron reemplazados por valores estimados, porque no lucen consistentes en la planilla de EGESUR.

Item 69: CH Malpaso, grupos G1 a G4

Se corrigieron valores de $x''d$ y los parámetros asociados. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes, y se estimaron en relación con la P_{max} de cada unidad.

Item 70: CH Oroya, grupos G1 a G3

El valor de x_d es muy bajo, y los valores de $x'd=x''d$ no son aceptables. Se considera conveniente estimar todo el conjunto de valores partiendo de $x_d=90$. La inercia se conserva. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes, y se estiman en relación con la P_{max} de cada grupo.

Item 71: CH Pachachaca, grupos G1 a G4

El valor de x_d es muy bajo, y los valores de $x'd=x''d$ no son aceptables. Se considera conveniente estimar todo el conjunto de valores partiendo de $x_d=90$. La inercia se conserva. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes, y se estiman para cada grupo.

Item 72: CH Yaupi, grupos 1 a 5

Se consideran adecuados los parámetros H , x_d y $x'd$. El parámetro $x''d$ está fuera de rango en relación con $x'd$. Se estima por lo tanto $x''d$ y el resto de los parámetros faltantes.

Item 73: CH Mantaro II (Unidades 1 a 4)

Los valores se adoptan desde la planilla "Maquinas_(021003)_PREP.xls". El valor de r_1 está fuera de rango y se presume que estaba expresado en %. Se reemplaza el valor de x_1 por una estimación de $x''d$ saturada, al igual que x_2 ; la reactancia de dispersión se corrige en relación a la $x''d$ saturada. Del ANEXO 03 se adopta la curva de capacidad con las siguientes consideraciones: El límite en la región de sobreexcitación se adopta de la curva pues se observa correspondencia con los datos de la planilla de ELECTROPERU. En subexcitación los datos de la planilla difieren bastante de la curva, por lo que se considera responden a la característica de un limitador de subexcitación, la cual se supone recta y pasante por los puntos Mínimo Técnico, 50% y 100% de la planilla de ELECTROPERU.

Item 74: CH Mantaro I (Unidades 5 a 7)

Se adoptan Idem a Mantaro II, según "Maquinas_(021003)_PREP.xls" (columna observaciones). La curva de capacidad se adopta igual que la de las unidades 1 a 4

con respecto a la capacidad del alternador. Esto determina que para la diferente potencia activa máxima de estas unidades, la potencia reactiva sea diferente.

Item 75: CH Restitución

Se modifican x_1 , x_2 y x_0 estimando la influencia de la saturación, y se corrige la inercia según la planilla "Maquinas_(021003)_PREP.xls". Los datos de la curva de capacidad del ANEXO 03 (tomada desde la CH Mantaro, pero adecuando la Snom) se compararon con la planillas de ELECTROPERU, resultando que es más restrictiva. Por seguridad se adopta la curva de capacidad del ANEXO 03. De este anexo se toma la curva de saturación en vacío (Ensayo N° 27 y 219), reemplazando los valores de saturación anteriores.

Item 76: CT Tumbes Nueva

Se completan los datos a partir de la planilla "Maquinas_(021003)_PREP.xls": $T'd$, x_d , x_q , $x'd$, $x"q$ y H . El valor de x_1 se estima como un valor saturado de $x"q$, se descarta $x"q$ porque es menor que $x"q$, y se estiman los valores restantes en relación a los datos existentes. Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes en la planilla de ELECTROPERU, y se estiman.

Item 77: CT ILO 2

Se corrige x_q a un valor típico en relación x_d ; los valores restantes se han adoptado de la información detallada de la central. La curva de capacidad se toma desde el ANEXO 03, tomando de la gráfica la parte de sobreexcitación y desde el informe adjunto (CESI) la característica del limitador para la región de subexcitación. Esta característica de limitación es levemente más restrictiva que la del diagrama (ANEXO 4B, UEL CHARACTERISTICS). Se observa que en la planilla de ILO2 los datos del rango capacitivo no son consistentes, y que en el rango inductivo son levemente mayores a los valores adoptados.

Item 78: CT ILO1, grupo CATKATO

Se estimaron todos los datos incluyendo a la curva de capacidad.

Item 79: CT ILO1, grupo TG1

Se corrige $x'd$ saturada a no-saturada, el valor de $x'q$ era saturado y se estimó un valor no-saturado, se corrigió el valor de $x"q$ desde saturado a no saturado. El valor de x_2 saturado es sospechoso por ser menor a x_1 saturado, al igual que $x"q$ saturada, por lo tanto, se adopta $x_2=x_1$ para valores saturados. Se corrigen los valores de r_N al de las planillas de ILO "Características de los Generadores". Se estima una curva de capacidad ajustada aproximadamente a los datos de la planilla de ENERSUR.

Item 80: CT ILO1, grupo TG2

Se corrige $x'd$ saturada a una estimación del valor no-saturado, el valor de $x'q$ era saturado y se estimó un valor no-saturado, se corrigió el valor de $x"q$ desde saturado a no saturado. El valor de x_2 saturado se estimó. Se corrigen los valores de r_N a las planillas de ILO "Características de los Generadores". Los datos de la curva de

capacidad estimados se aproximan al único dato disponible en la planilla de ENERSUR. Se supuso la cte. de inercia típica para una unidad del tipo aeroderivada.

Item 81: CT ILO1, grupo TV1 y TV2

Se adoptan valores típicos para $T'q_0$ y $T''q_0$, aceptando $T'd_0$ y $T''d_0$. Se estima $x'd$ no saturada a partir del saturado, al igual que el de $x''d$. Se considera desde el esquema de ILO, que la r_N es de 53 ohm en lugar de 5.2. Se observa en la planilla de ENERSUR que los datos de la curva de capacidad no son consistentes, y se adoptan valores estimados acordes a las características de la unidad.

Item 82: CT ILO1, grupo TV3

Se reemplazo $x'd$ por el valor no saturado, se estimó el valor no saturado de $x'q$, se reemplazó $x''d$ por el valor no saturado, y se estimó el valor de x_2 . Los datos de la curva de capacidad estimados son aproximados a los datos disponibles en la planilla de ENERSUR para el estado de sobreexcitación.

Item 83: CT ILO1, grupo TV3

Se reemplazo $x'd$ por el valor no saturado, se estimó el valor no saturado de $x'q$, se reemplazó $x''d$ por el valor no saturado y se estimó el valor de x_2 . Los datos de la curva de capacidad estimados son aproximados a los datos disponibles en la planilla de ENERSUR para el estado de sobreexcitación.

Item 84: Ventanilla TG Siemens

Los valores se comparan con datos de unidades TG de SIEMENS de módulo semejante, se reemplazan valores fuera de rango y estiman parámetros no saturados. $X'd$ se reemplaza por una estimación del valor no saturado, $x'q$ está fuera de rango y se estima un valor no saturado razonable, las constantes de tiempo son relativamente bajas para el tamaño de la unidad, por lo que se estiman valores nuevos. Los factores de saturación corresponden a grupos de tamaño semejante de SIEMENS.

La constante de inercia del grupo se estima 4 veces el valor dato, considerando un posible error de interpretación en la inercia de las masas rotantes (WR^2 por GD^2), ya que de la descripción suministrada por ETEVENSA las unidades no son aeroderivadas (en cuyo caso la inercia sería relativamente baja).

Item 85: CH Botiflaca

Se elimina de la Base de Datos por sugerencia de COES.

Item 86: CH Curumuy

Curumuy no tiene más antecedentes que la planilla Gen32_7_02.xls, por lo que se estiman todos los datos, excepto S_{nom} , U_{nom} y $\cos\phi$.

Item 87: CT Paramonga A

Se elimina de la Base de Datos por sugerencia de COES.

Item 88: CT Paramonga B

Se elimina de la Base de Datos por sugerencia de COES.

Item 89: CT Paramonga C

Se elimina de la Base de Datos por sugerencia de COES.

Item 90: CH Rumipunco

Se elimina de la Base de Datos por sugerencia de COES.

Item 91: CT Bella Vista, Grupo ALCO

Se estiman todos los datos del grupo ALCO de la CT Bella Vista, excepto S_{nom} , V_{nom} , $\cos\phi$, P_{max} y P_{min} . Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron. La V_{nom} original (4.16 kV) fue reemplazada por 2.4 kV

Item 92: CT Bella Vista, grupo Deutz

Se estiman todos los datos del grupo Deutz de la CT Bella Vista, excepto S_{nom} , V_{nom} , $\cos\phi$, P_{max} y P_{min} . Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron. La V_{nom} original (4.16 kV) fue reemplazada por 2.4 kV

Item 93: CT Bella Vista, grupos MAN

Se estiman todos los datos de los grupos MAN de la CT Bella Vista, excepto S_{nom} , V_{nom} , $\cos\phi$, P_{max} y P_{min} . Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron.

Item 94: San Gabán II

Se estimaron los parámetros faltantes y se considero que $x''d$ es no saturada, por lo cual se estimaron parámetros de los valores saturados. La P_{min} se estimó. Los datos de capacidad de las planillas de SAN GABAN no son consistentes, y se adoptaron desde la curva de capacidad del ANEXO 03, considerando que en subexcitación la característica está impuesta por una recta de limitación.

Item 95: CT San Rafael grupos 1 a 3

La Planilla de San Gaban para la CT San Rafael está vacía, de modo que se estiman todos los parámetros (a excepción de S_{nom} , V_{nom} y $\cos\phi$), incluyendo a P_{max} y P_{min} de los grupos 1 a 3.

Item 96: CT San Rafael grupos 4 a 7

La Planilla de San Gabán para la CT San Rafael está vacía, de modo que se estiman todos los parámetros (a excepción de S_{nom} , V_{nom} y $\cos\phi$), incluyendo a P_{max} y P_{min} de los grupos 4 a 7.

Item 97: CT Taparachi – MAN1

Se estimaron todos los parámetros de MAN1 (a excepción de S_{nom} , V_{nom} y $\cos\phi$, P_{max} y P_{min}). Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron.

Item 98: CT Taparachi – MAN3 y 4

Se estimaron todos los parámetros de MAN3-4 (a excepción de S_{nom} , V_{nom} y $\cos\phi$, P_{max} y P_{min}). Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron.

Item 99: CT Taparachi – SKODA1 y 2

Se estimaron todos los parámetros de SKODA 1–2 (a excepción de S_{nom} , V_{nom} y $\cos\phi$, P_{max} y P_{min}). Los datos de la curva de capacidad no lucen consistentes y se estimaron.

Item 100: Tintaya MAN1 a MAN8

Se estimaron todos los parámetros de MAN 1 a 8, a excepción de S_{nom} , V_{nom} , P_{max} y P_{min} . Los datos de la curva de capacidad se estimaron porque no lucen consistentes.

Item 101: CT San Nicolás, Grupo Diesel

Se estimaron todos los parámetros del grupo Diesel, a excepción de S_{nom} , V_{nom} y $\cos\phi$.

Item 102: San Nicolás TV1 y TV2

Se estimaron las ctes. de tiempo T'_{qo} y T''_{qo} . El valor de $x'd$ se reemplazó por una estimación del valor no-saturado, igual para el valor de $x''d$. R_1 y r_2 se adoptaron desde datos aproximados de GE para estas unidades en la carpeta 38. Para el cálculo de x_2 , llama la atención que el valor de $x''q$ sea tan inferior al de $x''d$, por eso se lo descarta y se prefiere estimar $x''q$ no saturado. Éste, junto con el valor de $x''d$ y considerando una saturación razonable se obtiene x_2 . La curva de capacidad se obtuvo del ANEXO 03, que coincide con las planillas de SHOUGESA para la unidad TV2; la unidad TV1 presenta anomalías para los valores del 50%, por lo que se lo desestima y se adoptan los valores de TV2.

Item 103: CT San Nicolás TV3

Se estimaron las ctes. de tiempo T'_{qo} y T''_{qo} . El valor de $x''d$ se reemplazó por una estimación del valor no saturado, la r_1 se supuso que estaba expresada en ohms. La curva de capacidad se obtuvo del ANEXO 03 confirmando aproximadamente los datos de las planillas de SHOUGESA.

Item 104: CT Aguaytia 1 y 2

Se corrigió el valor de x_q como una aproximación de x_d . Se reemplazó $x'd$ y $x''d$ por los valores no saturados. Se corrigió x_l por un valor estimado porque resultaba mayor a $x''d$. X_2 se estimó para una relación típica con $x''d$. Los datos saturados se tomaron como referencia desde MALACAS, y las reactancias no saturadas se obtuvieron de datos del fabricante en el ANEXO 03. La curva de capacidad se adopta también de este ANEXO 03, verificando que coincide con la planilla de AGUAYTIA ENERGY.

Item 105: CT Verdun, grupos V8 y V9

Se elimina de la Base de Datos porque no figuran en unifilar de COES

Item 106: CT Para

Se elimina de la Base de Datos por sugerencia de COES.

Item 107: Compensador Síncrono de Independencia

Se consideró que $x'd$ y $x''d$ eran saturados, por lo cual se estimaron valores no saturados.

Item 108: Compensador Síncrono de Antamina

Se consideró que $x'd$ y $x''d$ eran saturadas, por lo cual se estimaron valores no saturados. Del ANEXO 03 se precisó la información de la cte. de inercia "H", la resistencia estática y los datos de la curva de capacidad.

Item 109: CT Mercedes, grupos EMD1 y 2

Se elimina de la Base de Datos porque no figuran en unifilar de COES

Item 110: CT Mercedes, grupo SKODA

Se elimina de la Base de Datos porque no figuran en unifilar de COES

Item 111: CT Zarumilla

Se elimina de la Base de Datos porque no figuran en unifilar de COES

Item 112: CH Chaprin

Se modelaron tres unidades en 2.4 kV, de 2.25 MVA y $\cos\phi=0.90$. Se supusieron todos los datos incluso la curva de capacidad.

Item 113: CH Marcopampa

Se modeló una unidad en 4.16 kV, de 1.425 MVA y $\cos\phi=0.90$. Se supusieron todos los datos incluso la curva de capacidad.

Item 114: CH Huanchor

Se emplearon los datos publicados en "Maquinas_(021003)_PREP.xls", y se estiman el resto de los parámetros faltantes, incluso la curva de capacidad.

Item 115: CT Cyprus

Se estimaron todos los parámetros y curva de capacidad para un grupo turbogas de 18.75 MVA, $\cos\phi=0.80$, tensión nominal 10 kV y P_{max} de 15 MW. También se estimó la P_{min} .

Item 116: CT Arcata

Los datos indican cuatro unidades de 0.430 MVA, $\cos\phi=0.80$ y 0.460 kV. Se hace un equivalente en 0.46 kV con todos los datos estimados.

Item 117: CH Misapuquio

Los datos indican dos unidades de 2.30 MVA, $\cos\phi=0.80$ y 0.660 kV. Se estiman todos los parámetros, la curva de capacidad y la potencia mínima.

Item 118: CT Ares

Los datos en la planilla "Maquinas_(021003)_PREP.xls" indican seis unidades de 1.060 MVA, $\cos\phi=0.80$ y 0.460 kV. Se hace un equivalente en 0.46 kV con todos los datos estimados.

Unidades incorporadas con todos los datos estimados, a partir del esquema unifilar COES-SEIN del 03/07/02.

La incorporación de estas unidades tuvo como objeto generar una planilla con datos supuestos, para que sea corregido en la revisión de los responsables de la planta.

Item 119: CT Millsite

Se elimina de la Base de Datos porque no figuran en unifilar de COES

Item 120: CH Candelario

Se elimina de la Base de Datos porque no figuran en unifilar de COES

Resumen de los modelos de Generadores utilizados

A continuación se listan los modelos de los generadores con sus respectivos diagramas de bloques que se han adoptado a partir de la librería de modelos standard del programa PSS/E.

Generador Térmico	Generador Hidráulico	Convertidor de Frecuencia
GENROU	GENS01	FRECHG
GENR01		

Los modelos GENR01 y GENS01 son modelos desarrollados por el usuario y corresponden respectivamente a los modelos standard de la librería PSS/E: GENROU y GENSAL .

GENR01 y GENS01 han sido desarrollados en el contexto de este estudio para subsanar los errores de comportamiento de los modelos GENROU y GENSAL de frente a fuertes excursiones de la frecuencia en la red. En el ANEXO C1B se adjunta un documento explicativo de la respuesta de los modelos standard, documento que ha sido enviado a la PTI denunciando el malfuncionamiento.

Diagramas de bloques de los Generadores

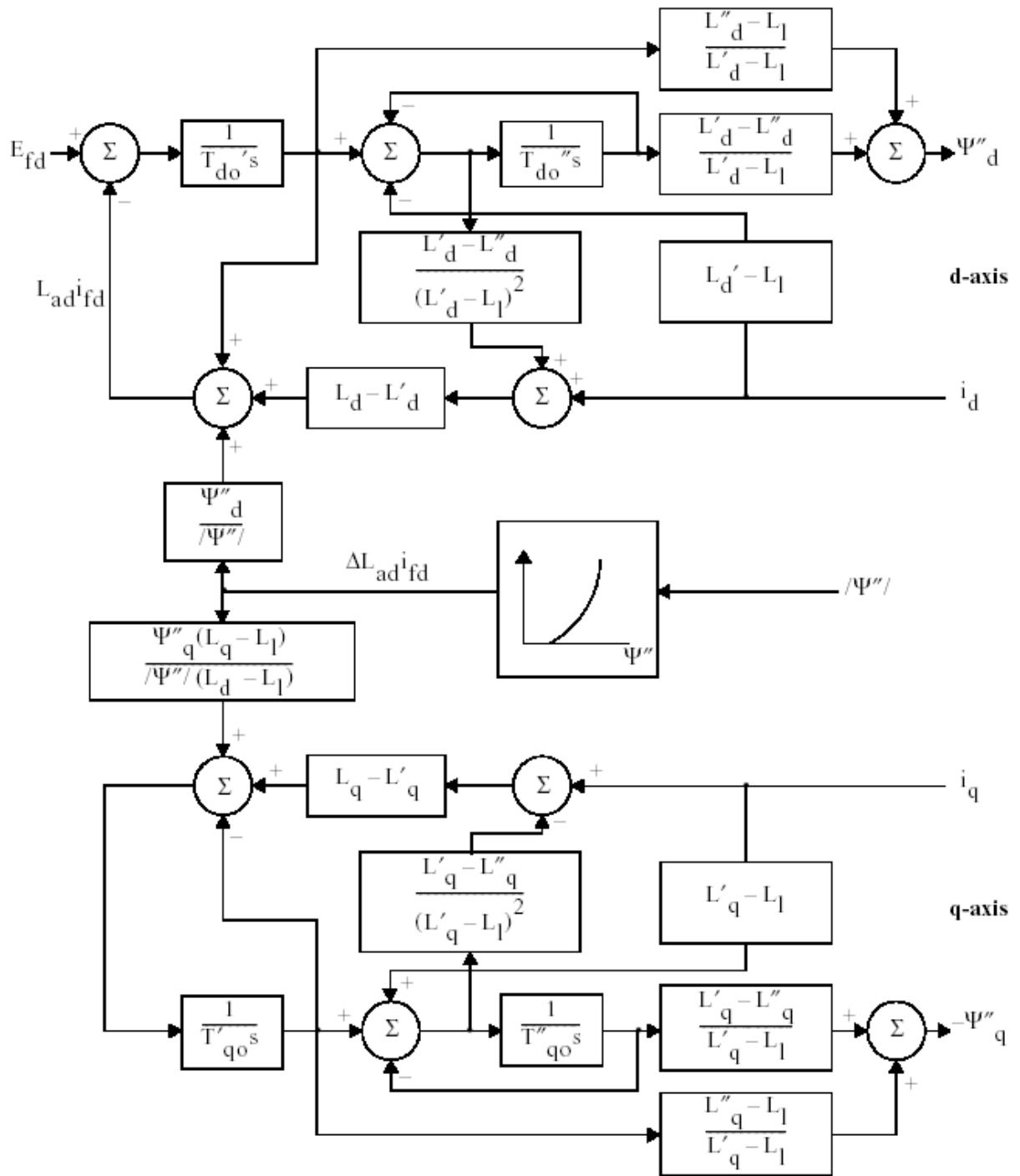
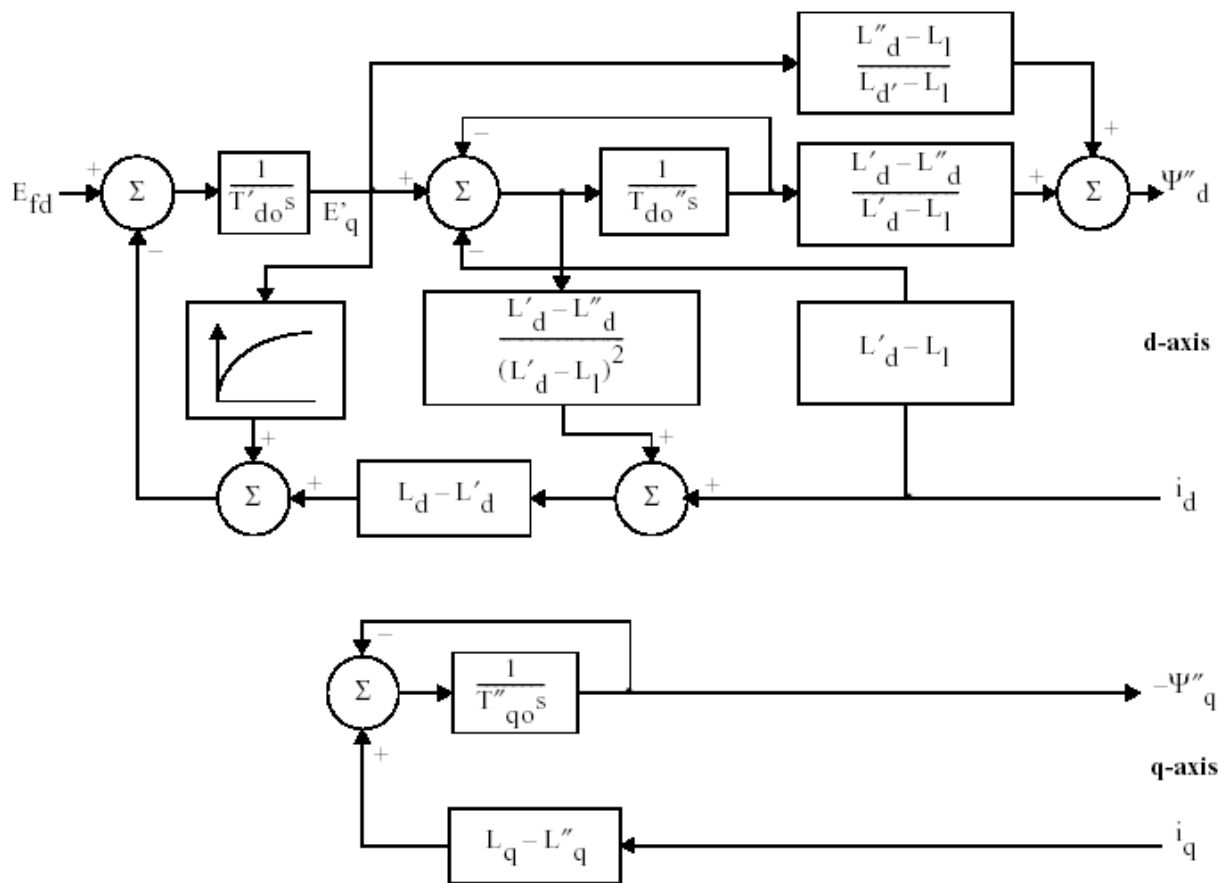


Figure 13-3. Electromagnetic Model of Round Rotor Generator (Models GENROU, GENROE, and GENDCO)

Figura 4: Modelos del Generador Sincrono a rotor cilíndrico - GENROU



a. Model GENSAL

Figura 5: Modelos del Generador Sincrono a polos salientes - GENSAL

ANEXO C2 – MOTORES SINCRONOS**Detalles particulares del análisis de cada unidad.**

Notas:

- 1 Todas las resistencias se convirtieron a 75 C.
- 2 Ante la ausencia de los datos de inercia de la carga, se estimó un valor igual a 2.5 veces la inercia del rotor de la unidad.

Item 01: Toquepala

Los datos están completos, excepto la constante de inercia que se estimó.

Item 02: Tintaya

Sólo hay datos de x_d , x'_d y x''_d , r_a , la cte. de inercia del rotor y del embrague, y el tiempo de parada. Los datos restantes se estimaron.

Item 03: Tintaya

Sólo hay datos de x_d , x'_d y x''_d , r_a , la cte. de inercia del rotor y del embrague, y el tiempo de parada. Los datos restantes se estimaron.

Item 04: Chimbote 2

Sólo hay dato de r_a , la cte. de inercia del rotor y del embrague. Los datos restantes se estimaron. La r_a se corrigió suponiendo que estaba en ohm, puesto que su valor lucía fuera de rango.

Item 05: Chimbote 2

Sólo hay dato de r_a , la cte. de inercia del rotor y del embrague. Los datos restantes se estimaron. La r_a se corrigió suponiendo que estaba en ohm porque estaba fuera de rango.

Item 06: Chimbote 2

Sólo hay dato de r_a , y se corrigió suponiendo que estaba en ohm porque su valor estaba fuera de rango. Los datos restantes se estimaron.

Item 07: Chimbote 2

Sólo hay dato de r_a y se corrigió suponiendo que estaba en ohm, puesto que su valor estaba fuera de rango. Los datos restantes se estimaron.

Item 08: Chimbote 3

Sólo hay dato de r_a y se corrigió suponiendo que estaba en ohm, puesto que su valor estaba fuera de rango. Los datos restantes se estimaron suponiendo rotor cilíndrico por la velocidad (1800 rpm).

Item 09: Chimbote 4

Sólo hay dato de la inercia del rotor. Los datos restantes se estimaron suponiendo que por la velocidad (1800 rpm), tiene el rotor cilíndrico. La estimación también incluyó la potencia aparente y el rendimiento.

Item 10: Chimbote 5

Sólo hay dato de la inercia del rotor. Los datos restantes se estimaron suponiendo que por la velocidad (1800 rpm), tiene el rotor cilíndrico. La estimación también incluyó la potencia aparente y el rendimiento.

Item 11: San Nicolás

Todos los datos se estimaron incluyendo la potencia aparente y el rendimiento.

Item 12: San Nicolás

Todos los datos se estimaron incluyendo la potencia aparente y el rendimiento.

Item 13: San Nicolás

Todos los datos se estimaron incluyendo la potencia aparente, $\cos\phi$ y el rendimiento.

Item 14: San Nicolás

Todos los datos se estimaron incluyendo la potencia aparente, $\cos\phi$ y el rendimiento.

Item 15: Talleres Compressoras – Minera Huarón S.A.

Se calculó el rendimiento a partir de los datos de Potencia [HP], la potencia aparente y $\cos\phi$. También están disponibles la tensión nominal y las revoluciones nominales, que debieron corregirse a la velocidad sincrónica más próxima (514 rpm). Se estimaron el resto de los datos y la curva de capacidad.

Item 16: Talleres Compressoras – Minera Huarón S.A.

Idem anterior.

Resumen de los modelos de Motores Sincronos utilizados

A continuación se lista el modelo del motore sincrónico con su respectivo diagramas de bloques que se ha adoptado a partir de la librería de modelos standard del programa PSS/E. Para estas máquinas no se han modelado los sistemas de control.

Motor Sincrono
GENSAL

Diagramas de bloques de los Motores Sincronos

El diagrama corresponde al del modelo GENSAL mostrado en el capítulo precedente de los generadores sincrónicos **Figura 5**.

ANEXO C3 – MOTORES ASINCRONOS**Análisis particular por cada ítem del “ANEXO-INFORME 01-EDP.xls”**

Notas:

- 3 Por brevedad, se designará el “ANEXO-INFORME 01-EDP.xls” como ANEXO 01.
- 4 Se designa ra a la resistencia estática o de armadura. Nótese que en PSS/E no se toma en cuenta el rendimiento del motor, puesto que no resultan de interés las magnitudes mecánicas en el eje, sino la potencia eléctrica reflejada en el estator. Por esta razón es posible que hayan diferencias apreciables entre la resistencia medida en los ensayos y la que se emplea para modelar este equipo en el simulador.
- 5 Todas las resistencias se convirtieron a 75 C.
- 6 Ante la ausencia de los datos de inercia de la carga, se estimó un valor igual a 2.5 veces la inercia del rotor de la unidad.

Item 01: BHP TINTAYA

Se asume que ra estaba a 24 C. Los parámetros pudieron estimarse sin dificultad para satisfacer los datos del motor, excepto el $\cos\phi$ de arranque (obtenido desde los datos del ensayo a Rotor Bloqueado (RB)), que presenta gran diferencia. Se observa sin embargo que la gráfica del torque no es adecuada en el ANEXO03, puesto que el torque nominal (que debiera corresponder a la corriente en el 100%), debiera ser próximo al torque de arranque (102%). Por otra parte, esta gráfica da cuenta de un efecto demasiado pronunciado en torno del torque máximo.

Item 02: BHP TINTAYA

El motor de rotor bobinado se supone en condiciones de régimen, con alimentación fija en el rotor, y por lo tanto, reducido a un rotor de doble jaula de ardilla. En PSS/E no hay disponibles modelos para rotores bobinados. Se adoptó por lo tanto la curva 2 correspondiente a un torque de arranque de 1.5 veces el torque nominal, con una resistencia externa de 0.0327Ω . El $\cos\phi$ de arranque obtenido desde los datos del ensayo a RB presenta gran diferencia con el resto de los parámetros.

Item 03: BHP TINTAYA

Se asume que ra estaba a 24 C. Del ANEXO 03 se obtuvieron datos adicionales del Torque y Corriente de Arranque, y en forma aproximada se obtuvo el Torque Máximo. El modelo empleado por PSS/E concuerda con los datos básicos medibles del motor, pero no reproduce la relación X1/X2 indicada en los datos del ANEXO 03. El $\cos\phi$ de arranque obtenido desde los datos del ensayo a RB presenta gran diferencia con el resto de los parámetros.

Item 04: BHP TINTAYA

Dispone de todos los datos necesarios, excepto el $\cos\phi$ de arranque.

Item 05: CHIMBOTE 2

Se asume que r_a estaba a 20 C. Se respetó el $\cos\phi$ de arranque (que difiere levemente desde el obtenido por ensayo a RB), y se estimaron el resto de los datos.

Item 06: CHIMBOTE 2 La velocidad es síncrona, y se la reemplaza por un valor estimado (3570 rpm). Se asume que r_a estaba a 20 C. Se respetó la corriente y $\cos\phi$ de arranque; los demás datos se supusieron.

Item 07: CHIMBOTE 2

A partir de los datos de corriente y $\cos\phi$ de arranque se adoptaron los demás.

Item 08: CHIMBOTE 2

Los parámetros concuerdan con el torque, corriente y $\cos\phi$ nominal, además de la corriente y torque de arranque, pero el torque máximo (2.81) resultó superior al dato de la planilla ANEXO 01 (2.4)

Item 09: CHIMBOTE 2

Se asume que r_a estaba a 20 C. Se modelizó con los parámetros estipulados, y sólo se encontró una diferencia apreciable (17%) con el $\cos\phi$ de arranque obtenido desde el ensayo de RB.

Item 10: CHIMBOTE 2

Sólo se tiene como referencia la corriente de arranque. Los demás parámetros se supusieron.

Item 11: CHIMBOTE 2

Sólo se tiene como referencia la corriente de arranque. Los demás parámetros se supusieron.

Item 12: CHIMBOTE 2

El $\cos\phi=1$ resulta sospechoso, y se lo reemplaza por 0.90. No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 13: CHIMBOTE 2

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 14: CHIMBOTE 2

Se asume que r_a estaba a 20 C. Se toman en cuenta los datos de corriente y torque de arranque, y del torque máximo.

Item 15: CHIMBOTE 2

La velocidad es síncrona y se la reemplaza por un valor estimado (710rpm). Se asume que r_a estaba a 20 C. El motor de rotor bobinado se supone en condiciones de régimen, con alimentación fija en el rotor, y por lo tanto, reducido a un rotor de jaula de ardilla. En PSS/E no hay disponibles modelos para rotores bobinados. No

hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento asumido.

Item 16: CHIMBOTE 2

Se asume que estaba a 20 C. El motor de rotor bobinado se supone en condiciones de régimen, con alimentación fija en el rotor, y por lo tanto, reducido a un rotor de jaula de ardilla. En PSS/E no hay disponibles modelos para rotores bobinados. Se adopta el dato del torque máximo y se estima el resto de las características.

Item 17: CHIMBOTE 2

La velocidad es superior a la síncrona y se la reemplaza por un valor estimado (510 rpm). No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 18: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron desde el item 7 porque tienen el mismo deslizamiento. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 19: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 20: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron desde el item 7 porque tienen el mismo deslizamiento. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 21: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron iguales que los del item 17 por coincidencia del deslizamiento. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 22: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron desde 15 porque coincide el deslizamiento. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 23: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 24: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 25: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 26: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron desde el item 7 porque tienen el mismo deslizamiento. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 27: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron iguales que los del item 14 por coincidir el deslizamiento. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 28: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron iguales que los del item 17 por coincidencia del deslizamiento. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 29: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 30: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 31: CT SAN NICOLÁS

No hay datos de las características del torque y corriente de arranque, por lo que se adoptaron. Los parámetros verifican el $\cos\phi$ y el deslizamiento.

Item 32: Nueva planta de Oxígeno Oxígeno – DOE RUN

Estos datos constan en una versión denominada "Maquinas_(021003)_PREP.xls". La capacidad en MVA no coincide con la deducción a partir de la potencia en el eje (HP), $\cos\phi$ y el rendimiento η . Se adoptó la que surge de los cálculos. La relación entre torque máximo, torque y $\cos\phi$ de arranque, y el resto de los parámetros no se verifica con los datos de la planilla. Se asumen los valores más cercanos, verificando para el deslizamiento nominal el $\cos\phi$, torque y corriente nominal, y la corriente de arranque.

Item 33: Plantas Concentradoras – Minera Huarón S.A.

Estos datos constan en una versión denominada "Maquinas_(021003)_PREP.xls". La capacidad en MVA no coincide con la deducción a partir de la potencia en el eje (HP), $\cos\phi$ y el rendimiento η ; se adoptó la que surge de los cálculos. Se adoptó del ensayo en carga la velocidad nominal. El torque máximo no puede ser menor que el nominal, y se asumió un valor. El torque y $\cos\phi$ resultan bajos, para corrientes bajas de arranque. Se asumen parámetros para dar una aproximación pero debieran ser revisados.

Item 34: Plantas Concentradoras – Minera Huarón S.A.

Estos datos constan en una versión denominada “Maquinas_(021003)_PREP.xls”. Se estimó el rendimiento η para satisfacer la potencia nominal, y se obtuvo la velocidad del ensayo en carga. No hay datos de las características del arranque y torque máximo, por lo cual se adoptaron.

Resumen de los modelos de Motores Asincronos utilizados

A continuación se lista el modelo del motore asincrono con su respectivo diagramas de bloques que se ha adoptado a partir de la librería de modelos standard del programa PSS/E.

Motor Asincrono
CIMTR4

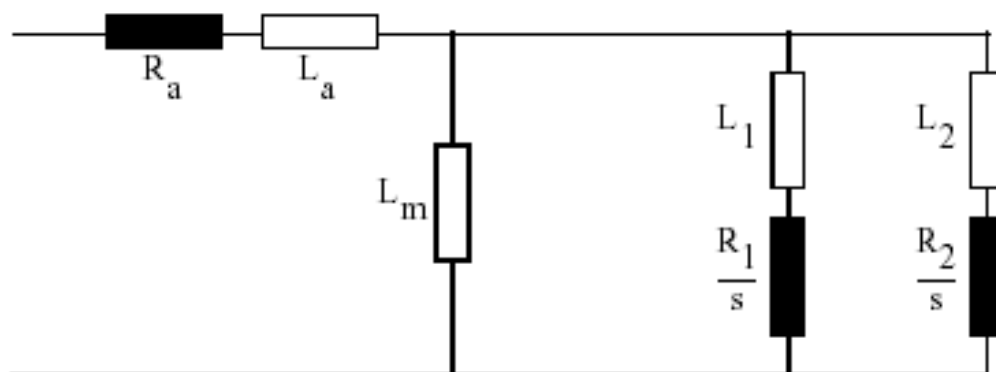
Diagramas de bloques de los Motores Sincronos

Figura 6: Modelos del Motor Asincrono – CIMTR4

ANEXO C4 – SISTEMAS DE CONTROL DE GENERADORES

Notas:

- 1 Se designa EXC a los Sistemas de Excitación, GOV a los sistemas de control carga-frecuencia, PSS a los estabilizadores del sistema de potencia, UEL a los limitadores de mínima excitación y OEL a los limitadores de máxima excitación.
- 2 Se hará referencia al informe Carta 418-DO COES SUR/2000 de EDF, como informe EDF.
- 3 Todos los nombres en la columna Modelo, corresponden a modelos de librería del simulador PSS/E versión 26

Grupo 1: Centrales con datos de los sistemas de control

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
56050,1 y 56052,2 Mollendo TG1 y 2	EXC	EXAC1	Hay dos esquemas no coincidentes en la carpeta 34. Uno da cuenta de un sistema tipo AC Brushless, y el otro, que muestra en detalle el AVR, es un sistema completamente estático. Se interpreta que la excitatriz principal es AC con rectificadores rotantes no controlados, y que el AVR que controla la excitación del campo del generador AC es estático. Los parámetros son estimados
	GOV	GAST2A	Del tipo MARKV de GE con combustible líquido. Según informe EDF el estatismo es por velocidad y del 4 %
56048,1–3 Mollendo Diesel	EXC	EXAC1	Se supone un sistema de excitación moderno tipo Brushless con respuesta moderada
	GOV	DEGOV1	Se adopta un regulador carga/frecuencia específico para motores de combustión interna, con todos los parámetros estimados, excepto el estatismo que figura en el informe EDF
26064,1–3 San Nicolás	EXC	IEEET5	En la carpeta 38 se describe un sistema de excitación del tipo DC con Excitatriz principal y Excitatriz piloto, tipo acoplado directo. Los parámetros son estimados para sistemas reostáticos de acción indirecta
	GOV	TGOV5	Para las 3 unidades se supuso un sistema de alta y baja presión, contemplando la dinámica de caldera con combustible líquido, y en modo "caldera seguidora". Los parámetros son estimados
26066,4 San Nicolas Diesel	EXC	EXAC1	Se supone un sistema de excitación moderno tipo Brushless con respuesta moderada
	GOV	DGOV1	Se adopta un regulador carga/frecuencia específico para motores de combustión interna, con todos los parámetros estimados
56122,1 ILOTG1	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	GAST2A	Se estiman todos los datos suponiendo una turbina de gas convencional con combustible líquido. El estatismo y velocidad de respuesta se obtiene del informe de EDF
56124,2 ILOTG2	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	GASTWD	Se estiman todos los datos suponiendo una turbina de gas tipo aeroderivada, con regulador tipo Woodward. El estatismo y velocidad de respuesta se obtiene del informe de EDF

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
56114,1 y 56116,2 ILO1 TV 1 y 2	EXC	EXAC4	Se supone una excitatriz de corriente alterna con rectificadores controlados. Todos los parámetros son estimados
	GOV	TGOV5	Se modela un "governor" y caldera funcionando en modo caldera seguidora. Hay datos de estatismo, los parámetros de caldera se estiman y los ajustes del "governor" se adecuan para aproximar la respuesta gráfica en el informe de EDF. El estatismo y velocidad de respuesta se obtiene del informe de EDF
56118,3 y 56120,4 ILO1 TV 3 y 4	EXC	EXAC4	Se supone una excitatriz de corriente alterna con rectificadores controlados. Todos los parámetros son estimados
	GOV	TGOV5	Se modela un "governor" y caldera funcionando en modo caldera seguidora. Hay datos de estatismo, los parámetros de caldera se estiman y los ajustes del "governor" se adecuan para aproximar la respuesta gráfica en el informe de EDF. El estatismo y velocidad de respuesta se obtiene del informe de EDF
56106,1 ILO 2	EXC	EXAC1	Datos de Hitachi. No hay un modelo de librería del PSS/E para representarlo exactamente. El modelo adoptado tomará una Cte. de Tiempo de primer orden igual a $2T_r$ en el transductor de entrada, la excitatriz de alterna considera baja saturación, con la cte. de tiempo T_E dato y límite inferior cero debido al rectificador. La realimentación sale de EFD y se elimina la regulación del rectificador (Fex). No se toma en cuenta la función $K_{ex}(1+T_{dz})/(1+T_{ga})$ en el diagrama de Hitachi, considerando que la realimentación derivativa y el filtro de adelanto – atraso alcanzan para lograr un desempeño adecuado y/u homologar la respuesta global. Los límites y ganancias expresados en base de 100 V, no pueden relacionarse con los adecuados para el simulador puesto que se desconoce la curva de saturación en vacío. El desempeño se ha estimado
	GOV	TGOV5	No hay modelo de librería en PSS/E para representar en detalle las características alineales del sistema de control que afecta el recalentador, por lo tanto se considerará como un retardo constante. El resto de la dinámica de las turbinas y distribución de potencia del diagrama de Hitachi es conservado por el modelo TGOV5. Este modelo incluye también la dinámica de la caldera funcionando con carbón (con parámetros estimados). Se adopta el "Control Coordinado" como estrategia y un estatismo del 4 % en concordancia con el informe de EDF
	UEL	MNLEX3	Dispone de limitador, y por el tamaño del equipo se considera conveniente incorporarlo. La recta de ajuste corresponde a datos del informe A2/021865 de CESI, pero los parámetros de control son estimados
60126,1; 60128,2 y 60130,3 Machupichu	EXC	EXPIC1	El modelo EXPIC1 considera el bloque PI y transductor de entrada, pero no puede representar el lazo de control de la corriente de campo. Por lo tanto, se ajusta el control PI para obtener un desempeño típico de sistemas estáticos

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
	GOV	HYGOV	Según el informe A1/035628 de CESI, en el funcionamiento acoplado a grandes redes la acción derivativa de entrada se anula, y la función de transferencia del sistema de control electrónico es un PI con realimentación por estatismo. Esta función está representada en el modelo HYGOV, agregando una cte. de tiempo que contempla a los transductores (Tf). No hay datos del sistema de mando hidráulico, pero puede ser representado por un cte. de tiempo del servomotor principal, cuyo valor se estima. La cte. de tiempo del sistema de aducción se obtiene del informe. La respuesta es obtenida a partir de los datos
	PSS	IEEEST	La representación es conforme al modelo del informe A1/035628 de CESI. La respuesta obtenida corresponde a los datos informados
	UEL, OEL	N/D	Los limitadores ingresan en la cadena principal de control de excitación, y los modelos del PSS/E sólo pueden actuar modificando la referencia de tensión, por eso no se incluyen
56134,1 y 56136,2 Charcani V	EXC	EXPIC1	Según Alstom Atlantique y la página 13/19 del informe A2/021863 de CESI, el equipo es del tipo estático y la etapa de control es PID. La excitatriz se representa según las recomendaciones IEEE para modelos ST3. El modelo (IEEET1) de la carta del 22/07 no representa un sistema de excitación estático, ya que modela una excitatriz con cte. de tiempo elevada y saturación. Se adoptan parámetros para un desempeño típico de este tipo de equipos
	GOV	HYGOV	El modelo identificado en el informe A2/021863 de CESI es del tipo Electrohidráulico, tal cual lo describe Neyrpic. El modelo HYGOV4 adjunto a la carta del 22/07/02 no representa bien este esquema y es preferible adoptar el modelo HYGOV. Excepto el estatismo permanente, que se adopta del informe A2/021863, el resto de los parámetros se toman desde el modelo HYGOV4. La respuesta obtenida corresponde a los datos informados
	PSS	IEEEST	Según la información de Alstom Atlantique procesa la señal de potencia eléctrica, tal como se menciona en el informe A2/021863 de CESI. Al parecer, sólo tiene un filtro "washout", por lo tanto se incluye con datos estimados y demuestra un aporte positivo al amortiguamiento
	UEL	MNLEX3	Dispone de limitador según Alstom Atlantique, que coincide con el diagrama de bloques del informe A2/021863 de CESI; es del tipo PI y no hay parámetros. El modelo adoptado tiene control proporcional, y el ajuste se adapta a la curva de capacidad
	OEL	MAXEX2	Dispone de limitador según Alstom Atlantique, y según el diagrama de bloques del informe A2/021863 de CESI actúa en modo superposición. No hay parámetros. El ajuste se aproxima siguiendo las recomendaciones ANSI C50.13-1977
46158,1 y 46160,2 Chimay	EXC	EXPIC1	El modelo THYNE5 es de propósito general y el control debe opcionalmente funcionar como PI o con un filtro de adelanto-atraso. No hay datos de ajustes, solo el diagrama de bloques. Se adopta un control PI, y la representación de la excitatriz estática incluye la influencia de la fuente de potencia y la regulación de los rectificadores
	GOV	IEEEG3	Este modelo representa el regulador del HYGOV4, la turbina y el sistema de aducción es linealizado. La respuesta es obtenida a partir de los datos

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
46150,1 CH Yanango	EXC	ESST1A	Este modelo representa al UNITROL, excepto en algunos límites individuales por bloque y el factor de compensación por carga activa. La respuesta es obtenida a partir de los datos
	GOV	IEEEG3	Este modelo representa el regulador del HYGOV4, la turbina y el sistema de aducción es linealizado. La respuesta es obtenida a partir de los datos
26088,3 Santa Rosa Nueva	EXC	ESAC2A	Según los datos la excitatriz es de alterna y el regulador es electrónico (estático). La respuesta es la obtenida a partir de los datos
	GOV	GASTWD	Los datos son supuestos y se estima un regulador digital tipo PI
16072,1 Malacas TG4	EXC	EXBAS	Este modelo representa bien el regulador de tensión UNITROL-M, excepto en el bloque compensador puesto que no se considera la señal suplementaria debido a la I_T ni el producto de la cadena directa por la U_T . En este caso, sólo se considera un aumento en el límite $V_{RMAX}=U_P^+ + U_{CPMAX}$ para admitir un rango dinámico mayor en ausencia del efecto de la corriente terminal. La excitatriz de alterna se representa de acuerdo a las recomendaciones del Std 421.5 de IEEE, aunque se desprecia el efecto desmagnetizante de la armadura como se recomienda en UNITROL-M. El desempeño corresponde a los parámetros informados
	GOV	GAST2A	El modelo GAST del Anexo 03, cuyos parámetros producían un comportamiento estable pero muy oscilatorio, se reemplaza por GAST2A para mejorar su representación. Se estiman todos los datos para obtener una respuesta aceptable, preservando el estatismo
	PSS	IEEEST	Es de potencia eléctrica. Como la única señal de entrada posible en el modelo EXBAS es en la referencia, se modifica la ganancia y deberían agregarse dos filtros atraso-adelanto compensadores del regulador de tensión (filtro de adelanto inicial y el debido al lazo de estabilización del regulador) pero la respuesta se degrada respecto del funcionamiento sin estabilizador. Por lo tanto, se suprimen estos filtros compensadores porque de este modo el estabilizador contribuye levemente al amortiguamiento
16000,1; 16002,2 16004,3; 16006,4 16008,5 y 16010,6 Cañón del Pato	EXC	EXPIC1	La descripción de ABB del regulador de voltaje HPC 840, es aplicable a diversos tipos de excitatrices. Se interpreta que el control es PI y que la excitatriz es estática. Los datos de la excitatriz se asumen, al igual que los límites de salida. Las verificaciones hacen presumir (lenta respuesta) que falta alguna ganancia en la excitatriz; para contemplarla y tener en cuenta además que la salida de la excitatriz varía con la tensión de alimentación, se supuso una ganancia de 1.25 que afecta el lazo principal
	GOV	WPIDHY	Una memoria de cálculo para ABB: "Deflector Governing Gains Rev.1", evalúa parámetros del "governor" a partir de ciertos supuestos. Luego se presenta un diagrama de bloques del mismo consultor, con parámetros diferentes que supuestamente deben emplearse en los estudios. En el regulador seleccionado las constantes de tiempo T_A y T_B representan aproximadamente los retardos de 0.150 s descritos en el informe, y el tiempo de carrera del actuador se ha supuesto en 2.5 s en conformidad con dicho informe, considerando que el valor de 250 s que figura en el diagrama de bloques responde a un error tipográfico

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
	PSS	PSS2A	Los datos del estabilizador se adoptan desde la información de ABB para el regulador de voltaje HPC 840. El equipo procesa la señal de Potencia Eléctrica. La representación mediante PSS2A es aproximada sólo en que el filtro de bajas frecuencias de entrada es al cuadrado, en lugar de al cubo como el de ABB, pero esta aproximación se estima aceptable. La ganancia corresponde a la inercia adoptada, demostrando una contribución poco apreciable al amortiguamiento de las oscilaciones locales
16068,1–2 Sidernor (Chimbote)	EXC	EXAC1	Se adoptan los datos desde Trujillo Sur (16084,1), porque coincide la descripción del fabricante
	GOV	GAST2A	Se adoptan los datos desde Trujillo Sur (16084,1), porque coincide la descripción del fabricante
16070,1 Sidersur (Chimbote)	EXC	EXST2	Este modelo representa las excitatrices estáticas de GE del tipo SCPT, la cual se presume para esta unidad. Los parámetros fijos son típicos para el modelo, y los ajustables se adoptaron para obtener una respuesta aceptable.
	GOV	GAST2A	Este modelo representa una turbina de gas convencional de servicio pesado, con combustible líquido y con un sistema de control del tipo Mark IV. Todos los datos son estimados según recomendaciones de GE
16084,1 Trujillo Sur	EXC	EXAC1	Este modelo responde a la descripción del fabricante (Brush), que indica una excitatriz de CA con diodos rotantes. Los parámetros se adoptaron para obtener una respuesta aceptable
	GOV	GAST2A	Este modelo representa una turbina de gas convencional de servicio pesado, con combustible líquido y con un sistema de control del tipo Mark IV. Todos los datos son estimados según recomendaciones de GE
16012,1; 16016,2 y 16018,3 Carhuaquero	EXC	EXPIC1	El sistema es estático, según la información de ABB, con un controlador tipo PI. Los datos específicos de la excitatriz estática se estimaron
	GOV	HYGOV	Los datos del control están disponibles, pero el tiempo de arranque del agua no. Se adopta el de la planilla de HYGOV4 ($T_w=0.99$)
46068,1 y 46070,2 Aguaytia	EXC	EXBAS	Se adopta desde la máquina de Malacas
	GOV	GAST2A	Se adopta igual al de Malacas cambiando la Potencia nominal
	PSS	IEEEST	Se adopta desde la máquina de Malacas
46090,1; 46092,2 y 46094,3 Restitución	EXC	EXPIC1	De la información de Ansaldo se deduce que es del tipo PI. No hay datos de ajustes ni de la excitatriz estática. El transductor de entrada bicuadrático se representa como un retardo de primer orden. Los datos de ajuste son estimados para dar una respuesta acorde al equipo
	GOV	HYGOV	La información descriptiva es de Ansaldo y semejante a la que integra la información de Machupichu, por lo cual se adopta el mismo modelo asumiendo que el acelerómetro no está presente en red interconectada. No hay datos de ajustes, de modo que los parámetros se estiman para obtener una respuesta típica de unidades con "governor" del tipo electrohidráulico

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
	PSS	PSS2A	Procesa la señal de frecuencia y potencia eléctrica. Hay datos de los filtros "washout" de señales de baja frecuencia y de la ganancia de cada rama; los filtros bicuadráticos no pueden simularse y se representaron como transductores de primer orden con datos estimados. La influencia del estabilizador para oscilaciones de modo local es despreciable, por lo que se opta interpretar Kc (ganancia del sistema de potencia eléctrica), como 0.35 veces la ganancia del lazo de frecuencia
	UEL	MNLEX3	La información de Ansaldo da cuenta de la existencia de este limitador, y su característica es una recta. La estructura de control suele ser del tipo PI, pero se adoptará Proporcional con retardo porque es el modelo disponible en PSS/E. Los parámetros se estiman para satisfacer la curva de capacidad, y brindar un compromiso entre una respuesta suave y rápida
	OEL	MAXEX2	La información de Ansaldo da cuenta de la existencia de este limitador, y su característica es del tipo integral, el modelo de PSS/E es de las mismas características. La temporización $T=f(I)$ es estimada
66094,1 y 66096,2 San Gabán	EXC	EXPIC1	El informe de CESI A2/021260 modela, en concordancia con los datos de campo de Alstom, un regulador estático y cita sus parámetros. Los datos de límites y la dependencia con la tensión de la excitatriz estática se obtienen desde información de Alstom. El desempeño es el resultante de los datos
	GOV	HYGOV	El informe de CESI presenta una estructura asimilable al modelo HYGOV, y da sus parámetros considerando que en red de gran potencia el acelerómetro no está en servicio. La constante de tiempo del agua y datos del sistema de mando se extraen de un estudio de estabilidad adjunto de Neyrpic. El desempeño resulta de los datos
	PSS	IEEEEST	Se dispone de datos de la ganancia y del reset de filtrado de bajas frecuencias. Se estiman nulos los filtros de adelanto-atraso de fase, de lo cual resulta una contribución al amortiguamiento apreciable
	UEL	MNLEX3	El modelo MNLEX3 sintetiza la misma señal de proceso que el sistema real, pero la estrategia de control es PI mientras que este modelo sólo contempla P con un retardo de tiempo. La pendiente responde a la curva de capacidad, pero el Q_0 inicial (para $\cos\phi=0$) es muy restrictivo, y podría deberse a una errónea interpretación del valor en pu. Se modifica este valor para que sea compatible con el diagrama
	OEL	MAXEX2	Puede representarse la característica integral, pero los ajustes para la curva de tiempo inverso no. Se adopta entonces una temporización conforme a las recomendaciones ANSI C50.13-1977
56108,1 y 56110,2 Chilina Diesel	EXC	EXAC1	Se supone un sistema de excitación moderno tipo Brushless con respuesta moderada
	GOV	DGOV1	Se adopta un regulador carga/frecuencia específico para motores de combustión interna, con todos los parámetros estimados. El estatismo se supuso bajo (1%), para simular su condición de isócrono y evitar oscilaciones permanentes

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
56080,1 Chilina TG	EXC	EXST2	Se supone un sistema de excitación estático, del tipo IEEE ST2. Todos los parámetros son estimados. Nota: se considera que la unidad es de 21 MW, tal como figura en el esquema unifilar y el "ANEXO 01 – INFORME EDP.XLS", aunque en el informe de EDF consta de 6 MW. Se adoptó el estatismo que consta en el informe EDF
	GOV	GAST2A	Se estima un "governor" típico de turbinas de gas con combustible líquido, con un sistema de control del tipo Mark II de GE
56076,1–2 Chilina TV01 y 02 (50Hz)	EXC	EXDC2	Se supuso un sistema de excitación con excitatriz de corriente continua
	GOV	TGOV5	Para las 2 unidades se supuso un sistema de alta y baja presión, contemplando la dinámica de caldera con combustible líquido, y en modo "caldera seguidora". Los parámetros son estimados, excepto el estatismo que se adoptó del informe de EDF
56078,3 Chilina TV03 (60Hz)	EXC	EXDC2	Se supuso un sistema de excitación con excitatriz de corriente continua.
	GOV	TGOV5	Se supuso un sistema de alta y baja presión, contemplando la dinámica de caldera con combustible líquido y en modo "caldera seguidora". Los parámetros son estimados, excepto el estatismo que se adoptó del informe de EDF
56084,60 Conv. de Frecuencia	EXC	EXCD2	Se supuso un sistema de excitación con excitatriz de corriente continua en lado 60 Hz
56076,50 Conv. de Frecuencia	EXC	EXCD2	Se supuso un sistema de excitación con excitatriz de corriente continua en el lado 50 Hz
56044,1–3 Calana G1 a 3	EXC	EXAC1	Se supone un sistema de excitación moderno tipo Brushless con respuesta moderada, y parámetros estimados
	GOV	DGOV1	Se adopta un regulador carga/frecuencia específico para motores de combustión interna, con todos los parámetros estimados. El estatismo se adoptó del informe de EDF
56046,4 Calana G4	EXC	EXAC1	Se supone un sistema de excitación moderno tipo Brushless con respuesta moderada, y parámetros estimados
	GOV	DGOV1	Se adopta un regulador carga/frecuencia específico para motores de combustión interna, con todos los parámetros estimados. El estatismo se adoptó del informe de EDF
56034,1–2 Aricota 1	EXC	EXDC2	Se supuso un sistema de excitación con excitatriz de corriente continua
	GOV	IEEEG3	Se modela un regulador hidráulico con estatismo transitorio con respuesta lenta, y con el estatismo permanente que figura en el informe de EDF
56028,1 Aricota 2	EXC	EXDC3	Se supuso un sistema de excitación con excitatriz de corriente continua
	GOV	IEEEG3	Se modela un regulador hidráulico con estatismo transitorio con respuesta lenta, con el estatismo permanente que figura en el informe de EDF

Grupo 2: Centrales que figuran en Tablas V, VI y VII del Anexo 03– Sistemas de Excitación, Estabilizadores y “Governors”

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
46124,5; 46126,6 y 46128,7 Mantaro I	EXC	IEEEX1	El modelo representa al informado en la tabla, pero el desempeño no es aceptable. Se reajusta el estabilizador del lazo de excitación
	GOV	IEEEG3	En la librería de modelos del PSS/E no se puede representar el acelerómetro, y los parámetros bt y Td resultan fuera del rango habitual, pero es posible que se deba a una adaptación de otro tipo de lógica. La respuesta es lenta e inestable en red aislada, se modificaron entonces bt y Td para obtener una respuesta aceptable
	PSS	IEE2ST	Este equipo representa exactamente los datos de las tablas. El desempeño es muy modesto y podría mejorarse
46116,1; 46118,2 46120,3 y 46122,4 Mantaro II	EXC	ESST1A	El modelo representa al informado en la Tabla. La respuesta es obtenida a partir de los datos
	GOV	IEEEG3	En la librería de modelos del PSS/E no se puede representar el acelerómetro, y los parámetros bt y Td resultan fuera del rango habitual, pero es posible que se deba a una adaptación de otro tipo de lógica. La respuesta es lenta e inestable en red aislada, se modificaron entonces bt y Td para obtener una respuesta aceptable
	PSS	IEE2ST	Este equipo representa exactamente los datos. El desempeño es modesto y podría mejorarse
46096,1; 46098,2 46100,3 y 46102,4 Huinco	EXC	EXPIC1	El modelo representa los datos de la Tabla. El desempeño es modesto, pero responde a los datos especificados
	GOV	IEEEG3	En la librería de modelos del PSS/E no se puede representar el acelerómetro, y los parámetros bt y Td resultan fuera del rango habitual, pero es posible que se deba a una adaptación de otro tipo de lógica. La respuesta es lenta y poco estable en red aislada, se modificaron entonces bt y Td para obtener una respuesta aceptable
46016,1 y 46118,2 Matucana	EXC	EXPIC1	El modelo representa los datos de la Tabla. El desempeño es modesto, pero responde a los datos especificados
	GOV	IEEEG3	En la librería de modelos del PSS/E no se puede representar el acelerómetro, y los parámetros bt y Td resultan fuera del rango habitual, pero es posible que se deba a una adaptación de otro tipo de lógica. La respuesta es lenta y poco amortiguada en red aislada, se modificaron bt y Td para obtener una respuesta aceptable
46022,1–2 Huampani	EXC	EXPIC1	El modelo representa los datos de la Tabla. El desempeño que responde a los datos especificados es modesto
	GOV	IEEEG3	El modelo corresponde al de la tabla. Se estiman nuevos valores de velocidad de apertura y cierre del distribuidor, puesto que son valores hipotizados y no están en relación con el tiempo de respuesta del servomotor Ty. Se modifican también los datos de Td y bt porque, siendo estimados, dan una respuesta demasiado lenta
46062,1; 46064,2 y 46066,3 Moyopampa	EXC	EXPIC1	El modelo representa los datos de la Tabla. El desempeño es modesto aunque responde a los datos especificados
	GOV	IEEEG3	El modelo corresponde al de la tabla. Se estiman nuevos valores de velocidad de apertura y cierre del distribuidor, puesto que son valores hipotizados y no están en relación con el tiempo de respuesta del servomotor Ty. Se modifica también la estimación de Td para acelerar levemente la respuesta
46082,1; 46084,2 y 46086,3 Callahuanca 6.5kV	EXC	EXPIC1	El modelo representa los datos de la Tabla. El desempeño es modesto, pero responde a los datos especificados

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
	GOV	IIEEG3	El modelo corresponde al de la tabla. Se estiman nuevos valores de velocidad de apertura y cierre del distribuidor, puesto que son valores hipotizados y no están en relación con el tiempo de respuesta del servomotor Ty. Se reduce la estimación de bt
46088,4 Callahuanca 8.0kV	EXC	EXPIC1	El modelo representa los datos de la Tabla. El desempeño es modesto aunque responde a los datos especificados
	GOV	IIEEG3	El modelo corresponde al de la tabla. Se estiman nuevos valores de velocidad de apertura y cierre del distribuidor, puesto que son valores hipotizados y no están en relación con el tiempo de respuesta del servomotor Ty. Se reduce el bt estimado
16052,1 y 16054,2 Cahua	EXC	EXPIC1	El modelo representa el diagrama de la Tabla. Se ajustó el sistema de control para obtener un desempeño aceptable
	GOV	IIEEG3	No se puede representar el acelerómetro, pero visto que los parámetros excepto el estatismo son estimados, se ajustan para obtener una respuesta aceptable
16032,1; 46034,2 46036,3 y 46038,4 Malpaso	EXC	EXPIC1	El modelo representa el diagrama de la Tabla. Visto que los parámetros son estimados, se reajustó para obtener un desempeño aceptable
	GOV	IIEEG3	Según la información, los parámetros son estimados. Se corrigió la velocidad de apertura y cierre del distribuidor, porque no guarda relación con el tiempo de respuesta del servomotor. Se reajustó el tiempo de reset para acelerar la respuesta porque era lenta
46104, 1–3 y 46106,4–5 Yaupi	EXC	EXPIC1	El modelo representa el diagrama de la Tabla. Visto que los parámetros son estimados, se reajustó para obtener un desempeño aceptable
	GOV	IIEEG3	Según la información, los parámetros son estimados. Se corrigió la velocidad de apertura y cierre del distribuidor, porque no guarda relación con el tiempo de respuesta del servomotor. Se reajustó el tiempo de reset para acelerar la respuesta porque era muy lenta
16066,1 Trupal (Santiago del Cao)	EXC	EXAC4	Se supone una excitatriz de corriente alterna con rectificadores controlados. Todos los parámetros son estimados
	GOV	TGOV5	Se supone un regulador convencional y caldera, en modo caldera seguidora. Todos los parámetros son estimados

Grupo 3: Centrales que no disponen de datos de los sistemas de control

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
16098,1–3 Malacas TG1–3	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	GAST2A	Se estiman todos los datos suponiendo una turbina de gas convencional con combustible líquido
16014,1–3 y 16050, 4–5 Chiclayo Oeste	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	DEGOV1	Se estiman todos los datos suponiendo un regulador carga frecuencia típico para unidades Diesel
16024,1–4 Piura Diesel GMT, MAN y SWD	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
	GOV	DEGOV1	Se estiman todos los datos suponiendo un regulador carga frecuencia típico para unidades Diesel
16024,5 Piura TG	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	GAST2A	Se estiman todos los datos suponiendo una turbina de gas convencional con combustible líquido
16026,1–3 Piura Diesel MIR	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	DEGOV1	Se estiman todos los datos suponiendo un regulador carga frecuencia típico para unidades Diesel
16034,5; 16036,6 y 16044,4 Pariac	EXC	EXDC2	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación de corriente continua
	GOV	IEEEG3	Se estiman todos los datos, suponiendo un regulador carga frecuencia típico con estatismo transitorio para unidades hidráulicas
16092,1–3 y 16090,4 Cempacas	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos, suponiendo un sistema de excitación electrónico con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	DEGOV1	Se estiman todos los datos suponiendo un regulador carga frecuencia típico para unidades Diesel
16108,1–2 Curumuy	EXC	EXAC4	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	IEEEG3	Se estiman todos los datos, suponiendo un regulador carga frecuencia típico para unidades Diesel
16120,1–2 Tumbes Nueva	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	DEGOV1	Se estiman todos los datos, suponiendo un regulador carga frecuencia típico para unidades Diesel
26030,1–3 26032,1 y 26034,2 Santa Rosa	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
	GOV	GAST2A	Se estiman todos los datos suponiendo una turbina de gas convencional con combustible líquido
26092,1 y 26096,2 Ventanilla		EXPIC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación estático moderno
		GAST2A	Se estiman todos los datos suponiendo una turbina de gas convencional con combustible líquido
36000,1 y 36002,2 CS Antamina	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
46004,1–3 Oroya	EXC	EXDC2	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación de corriente continua
	GOV	IEEEG3	Se estiman todos los datos, suponiendo un regulador carga frecuencia típico con estatismo transitorio para unidades hidráulicas
46058,1–4 Pachacha2	EXC	EXDC2	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación de corriente continua
	GOV	IEEEG3	Se estiman todos los datos, suponiendo un regulador carga frecuencia típico con estatismo transitorio para unidades hidráulicas.
26000,1 CS Independencia	EXC	EXAC1	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación electrónico, con excitatriz de alterna tipo Brushless
46212,1–2 Huanchor	EXC	EXAC4	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación de corriente continua

Central	Equipo	Modelo	Observaciones
	GOV	IEEEG3	Se estiman todos los datos, suponiendo un regulador carga frecuencia típico con estatismo transitorio para unidades hidráulicas
56144,1; 56146,2 56148,3 Charcani IV	EXC	EXDC2	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación de corriente continua
	GOV	IEEEG3	Se estiman todos los datos, suponiendo un regulador carga frecuencia típico con estatismo transitorio para unidades hidráulicas
56140,1 Charcani VI	EXC	EXAC4	Se estiman todos los datos suponiendo un sistema de excitación de corriente continua
	GOV	IEEEG3	Se estiman todos los datos, suponiendo un regulador carga frecuencia típico con estatismo transitorio para unidades hidráulicas

Resumen de los modelos de Control utilizados

A continuación se listan los modelos de los sistemas de control con sus respectivos diagramas de bloques que se han adoptado a partir de la librería de modelos standard del programa PSS/E.

Regulador de Tensión AVR	Estabilizadores	Limitadores de la Ifiled	Regulador de velocidad GOV.
ESAC2A	IEE2ST	MAXEX2	DEGOV1
ESST1A	IEEEEST	MNLEX3	GAST2A
EXAC1	PSS2A		GASTWD
EXAC4			HYSGOV
EXBAS			IEEEG3
EXDC2			TGOV5
EXPIC1			WPIDHY
EXST2			
IEEEET5			
IEEEEX1			
SEXS			

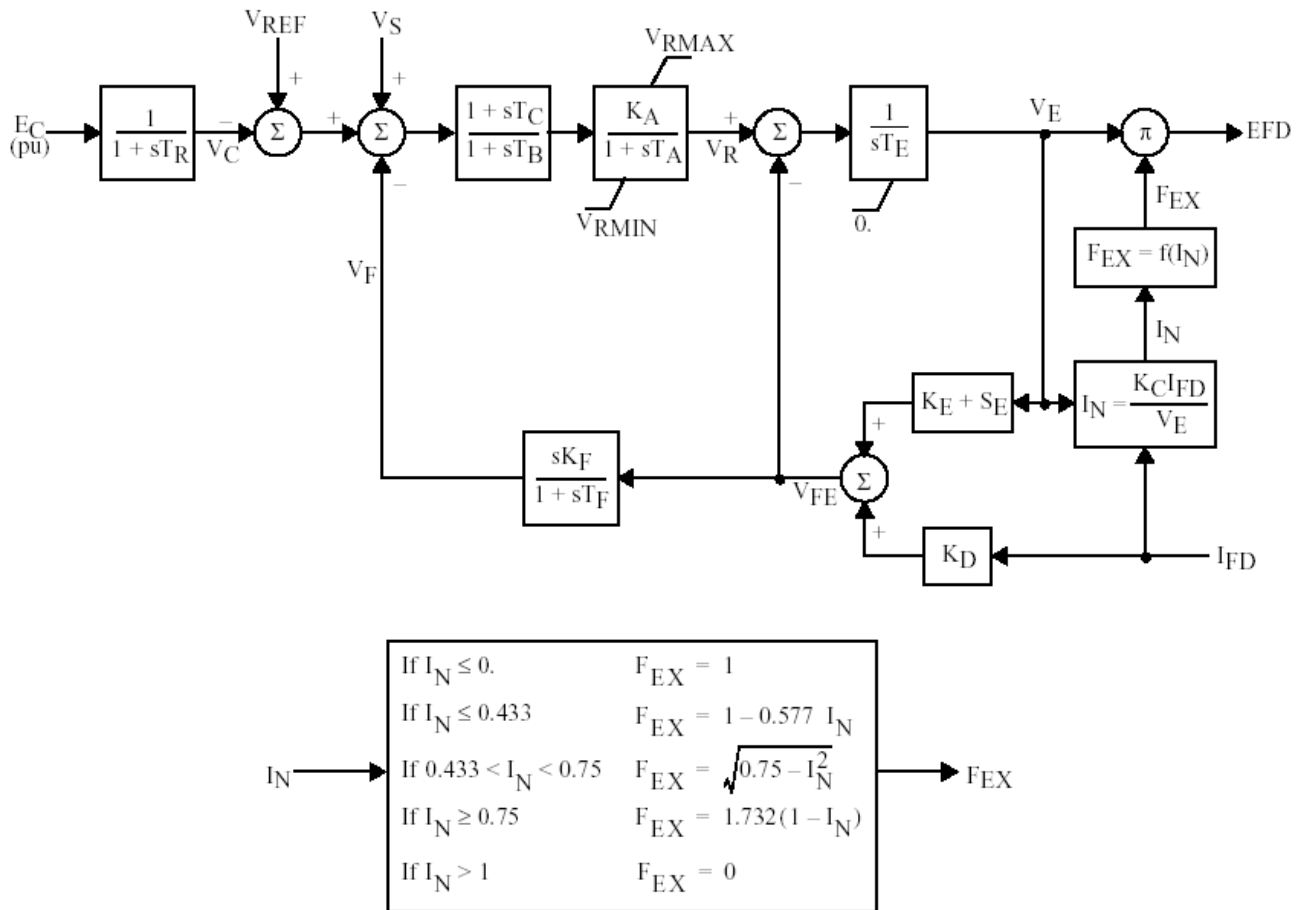
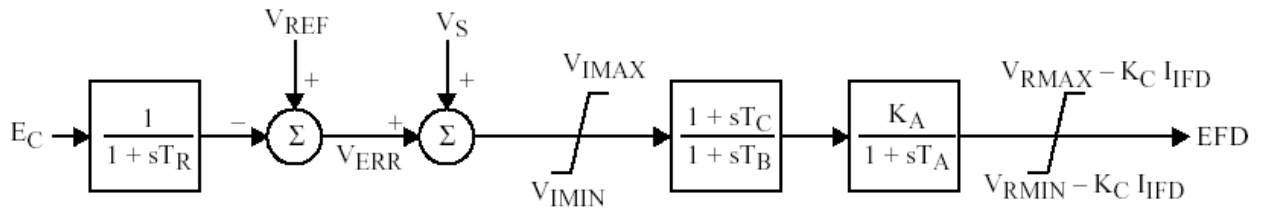


Figura 9: Diagrama a bloques del Modelo IEEE Type AC1 Excitation System



$V_S = V_{OTHSG} + V_{UEL} + V_{OEL}$

Figura 10: Diagrama a bloques del Modelo IEEE Type AC4 Excitation System

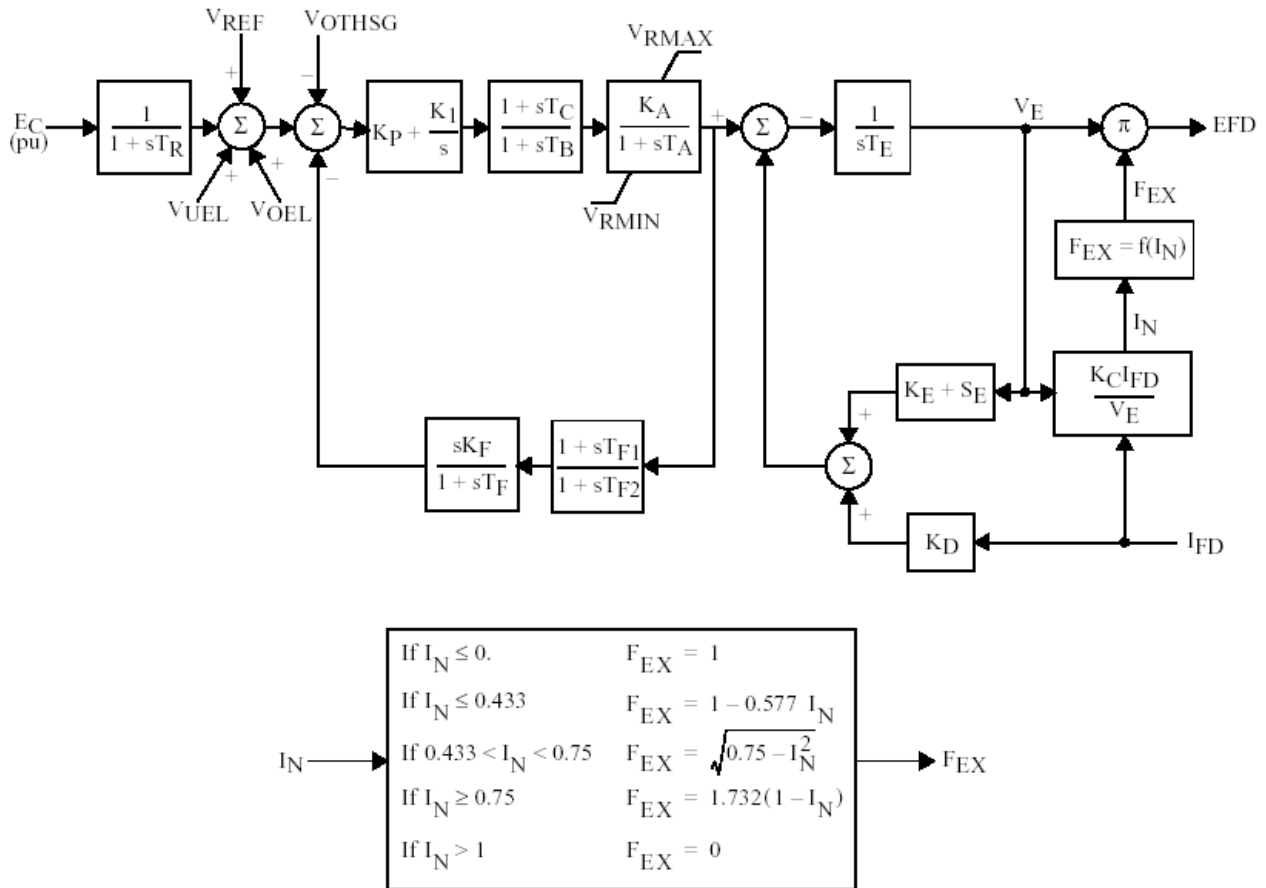


Figura 11: Diagrama a bloques del Modelo EXBAS Basler Static Voltage Regulator

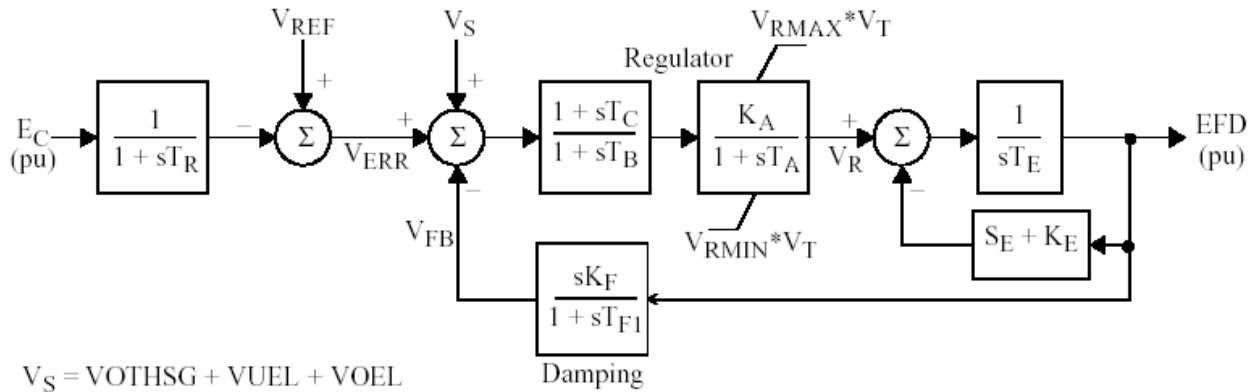


Figura 12: Diagrama a bloques del Modelo EXDC2 IEEE Type DC2 Excitation System

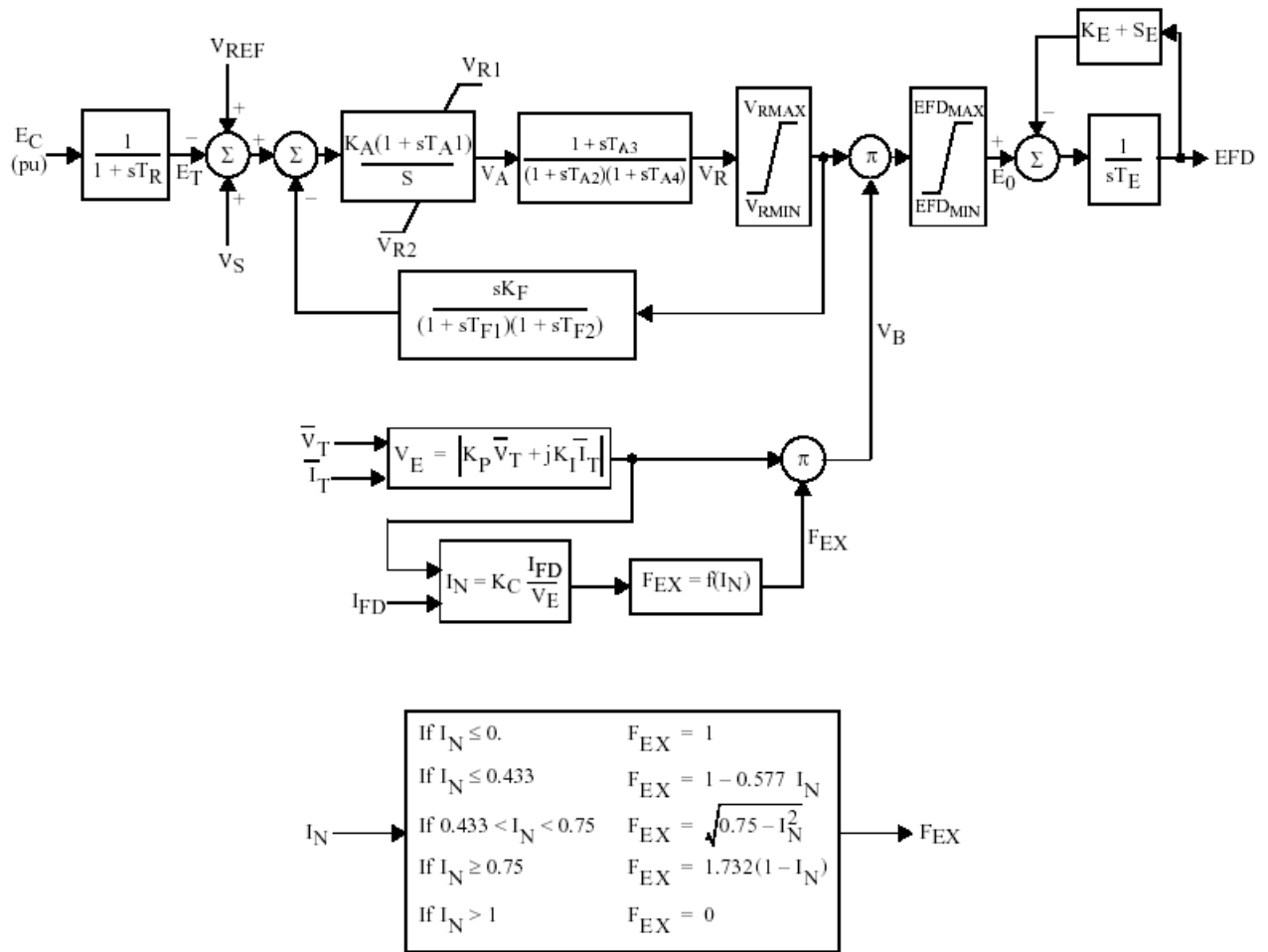


Figura 13: Diagrama a bloques del Modelo EXPIC1 Proportional/Integral Excitation System

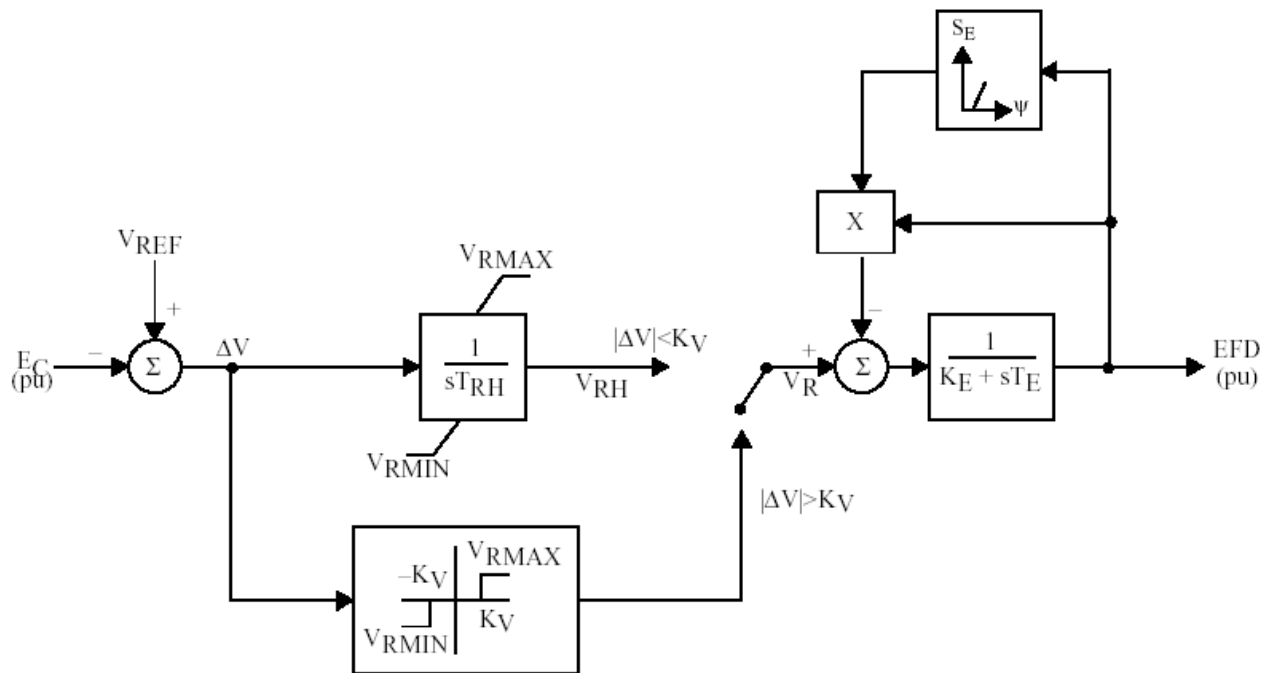


Figura 14: Diagrama a bloques del Modelo IEEE T5 Modified IEEE Type 4 Excitation System

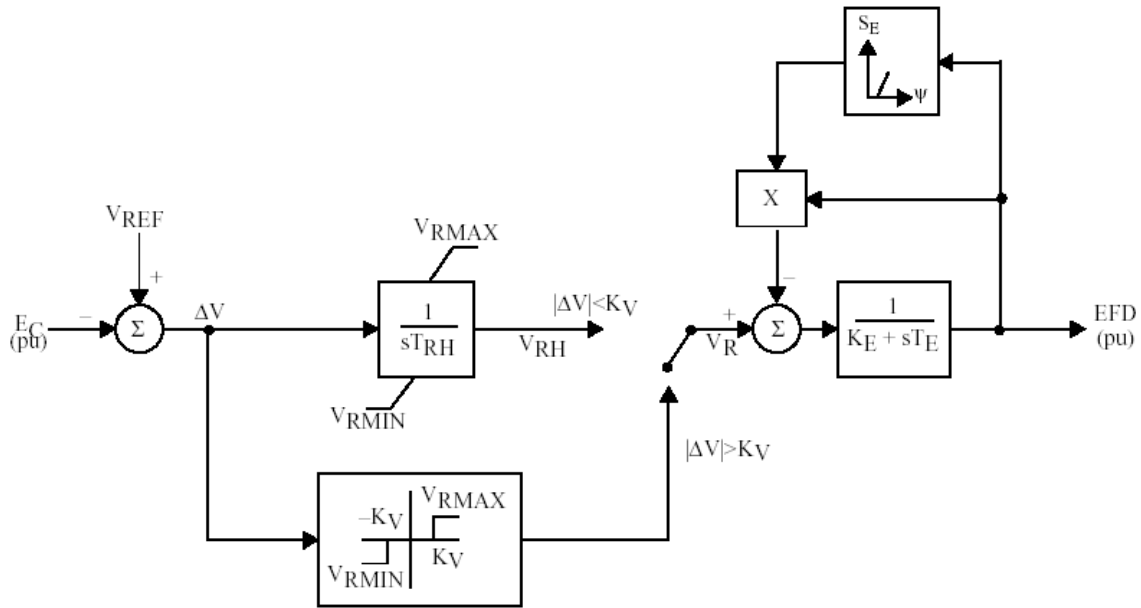


Figura 17: Diagrama a bloques del Modelo IEEE T5 Modified IEEE Type 4 Excitation System

Diagramas de bloques de los Estabilizadores de Tensión

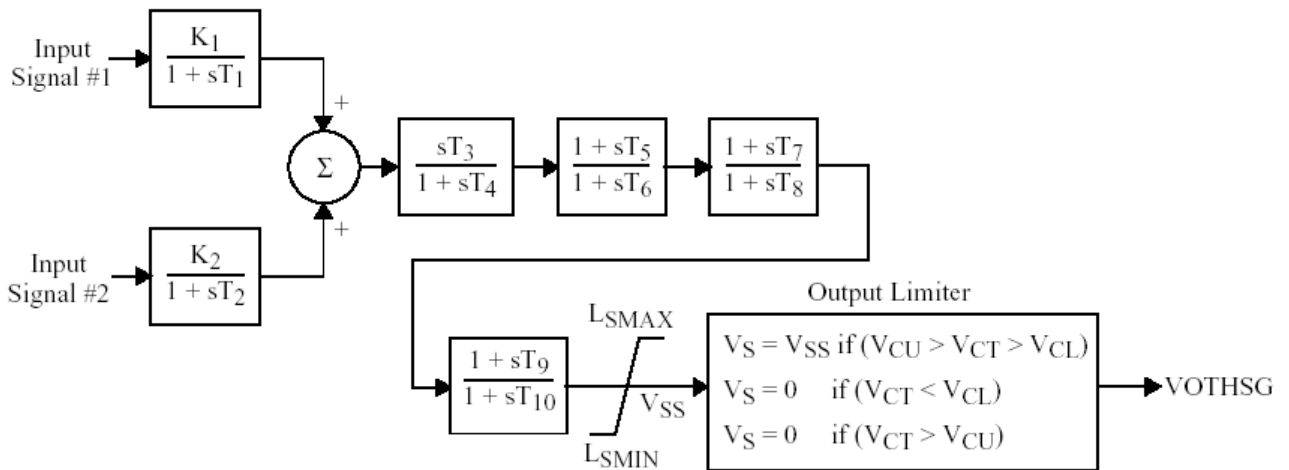


Figura 18: Diagrama a bloques del Modelo IEEE 2ST IEEE Stabilizing Model With Dual-Input Signals

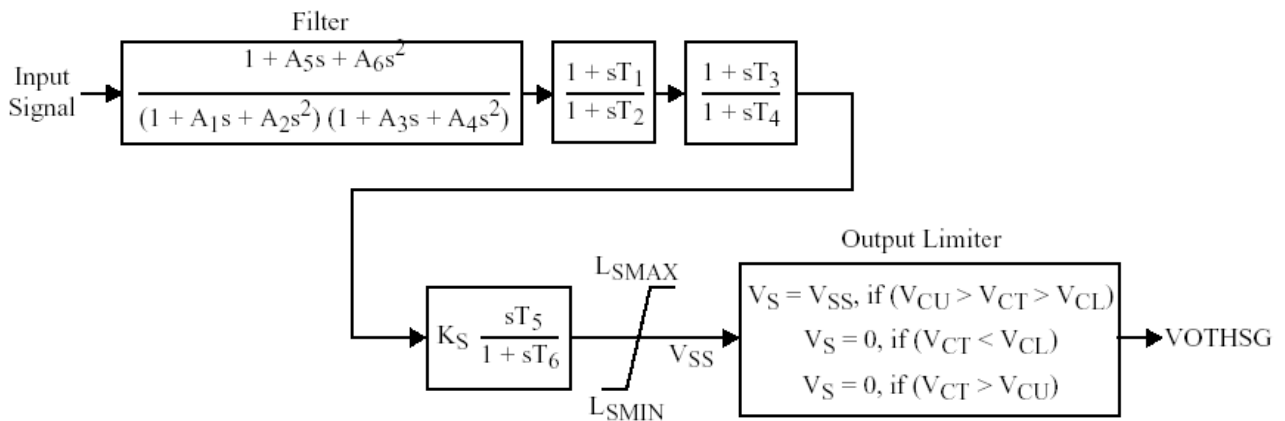


Figura 19: Diagrama a bloques del Modelo IEEE EST IEEE Stabilizing Model

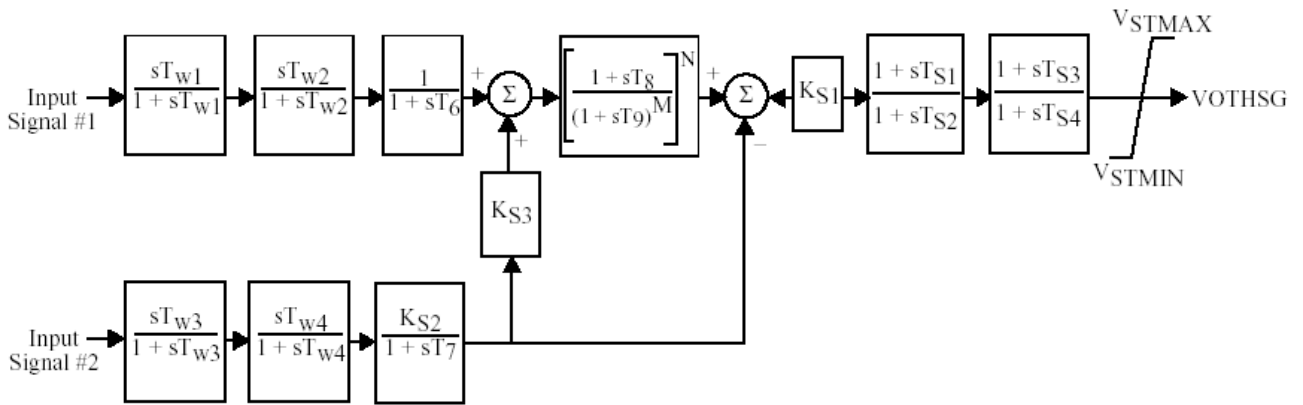


Figura 20: Diagrama a bloques del Modelo PSS2A IEEE Dual-Input Stabilizer Mode

Diagramas de bloques de los Limitadores de la Corriente de Excitación

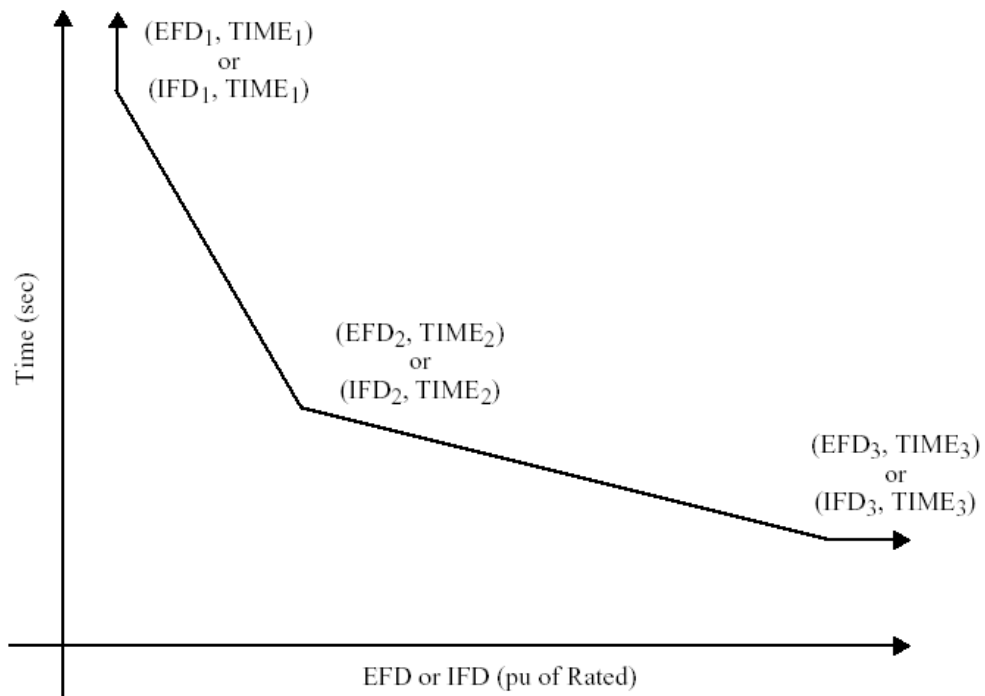
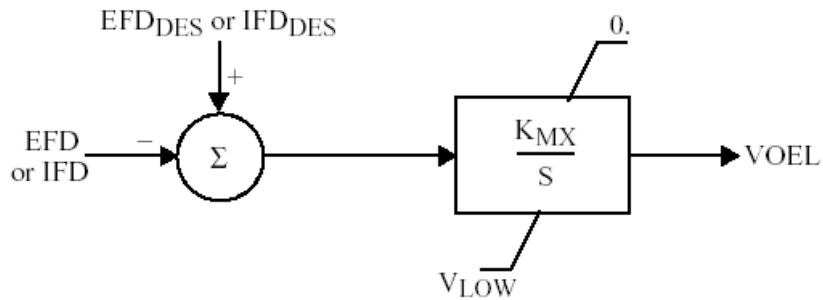


Figura 21: Diagrama a bloques del Modelo MAXEX2 Maximum Excitation Limiter

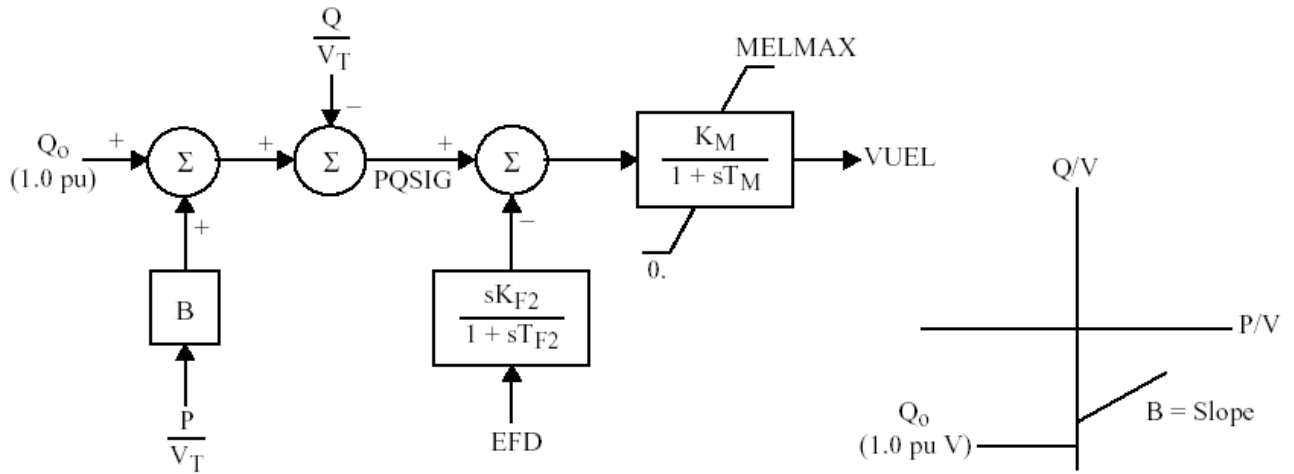


Figura 22: Diagrama a bloques del Modelo MNLEX3 Minimum Excitation Limiter

Diagramas de bloques de los Reguladores de Velocidad

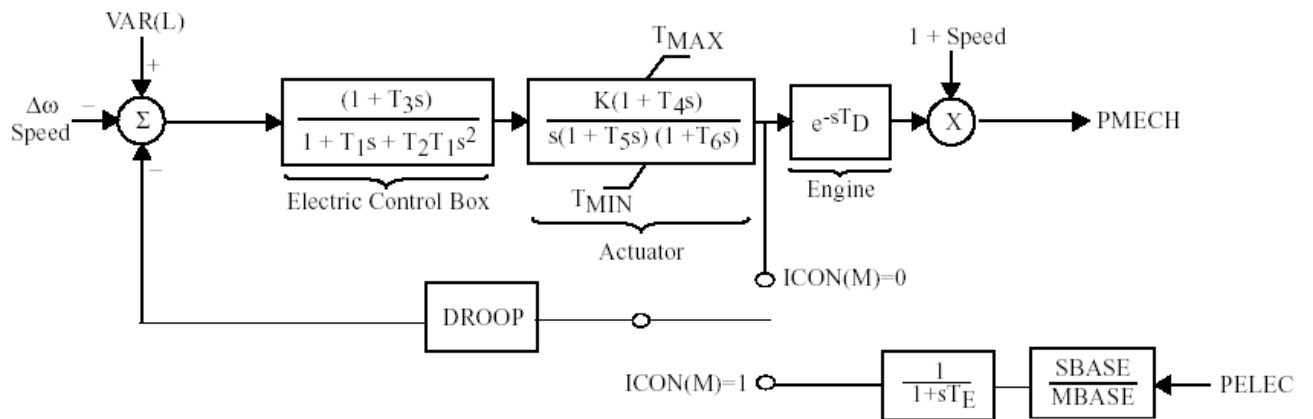


Figura 23: Diagrama a bloques del Modelo DEGOV1 Woodward Diesel Governor

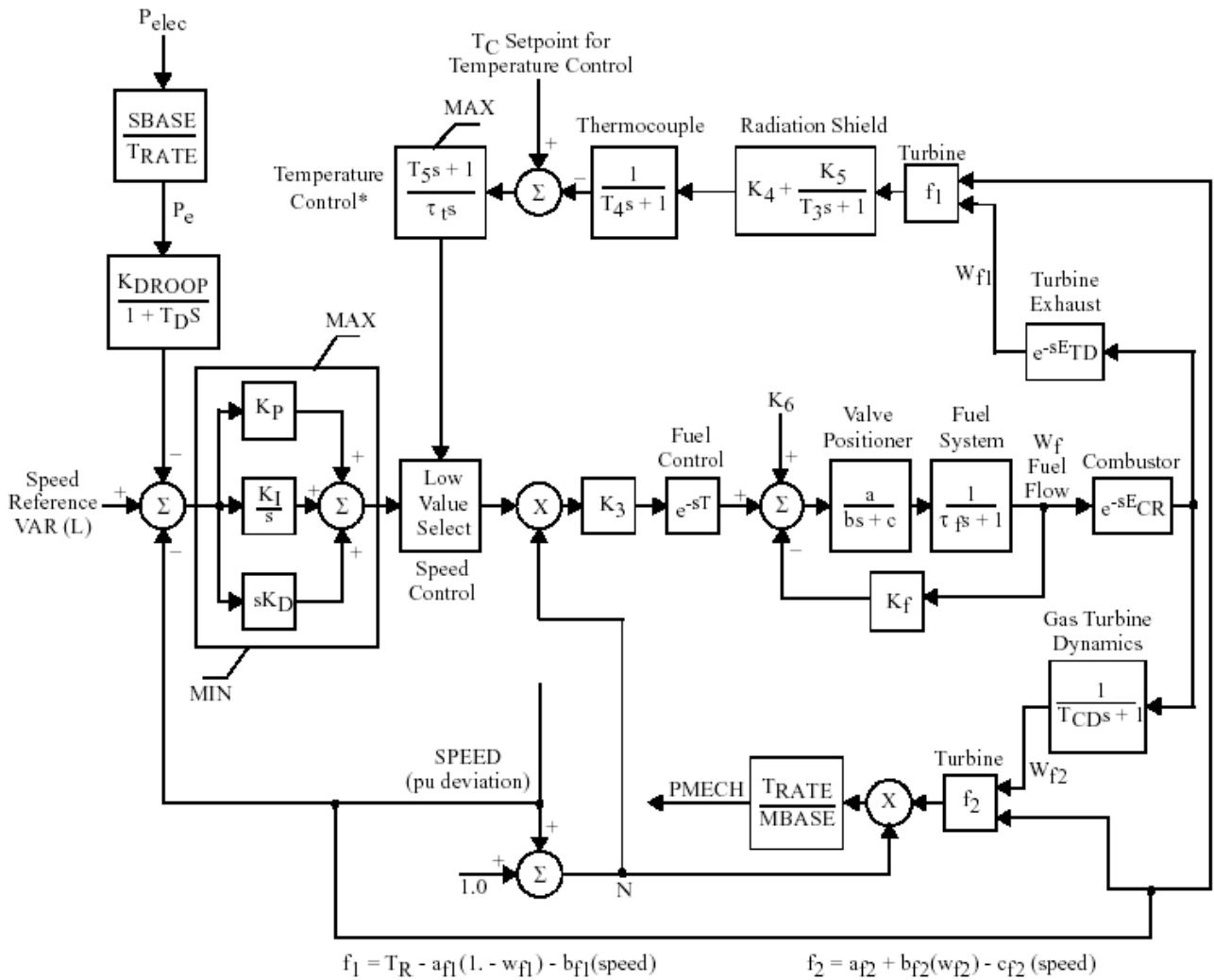


Figura 26: Diagrama a bloques del Modelo GASTWD Woodward Gas Turbine-Governor Model

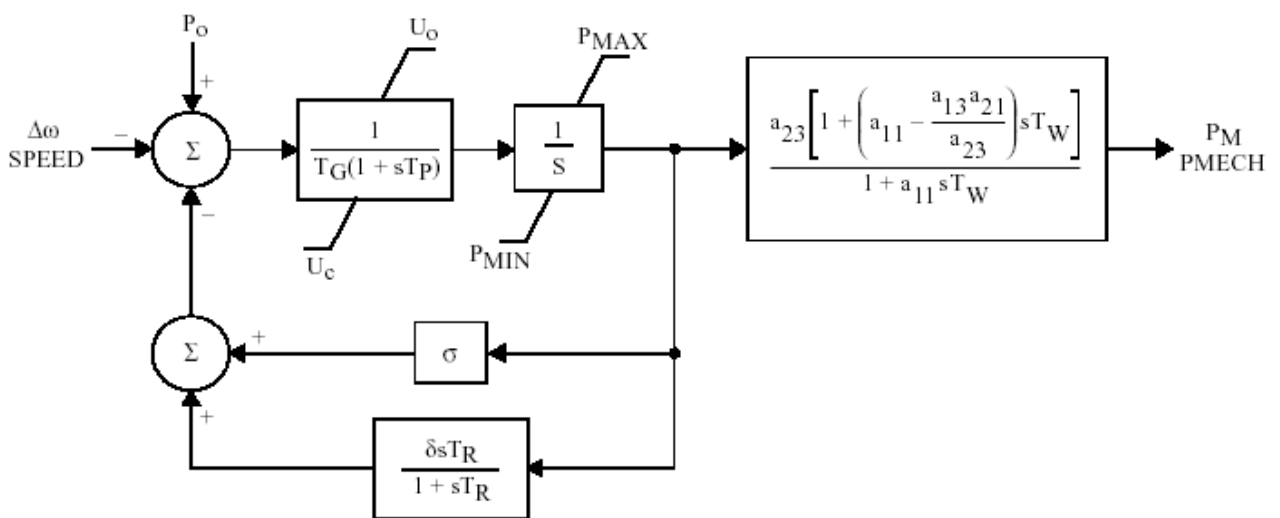


Figura 27: Diagrama a bloques del Modelo IEEE3 IEEE Type 3 Speed-Governing Model

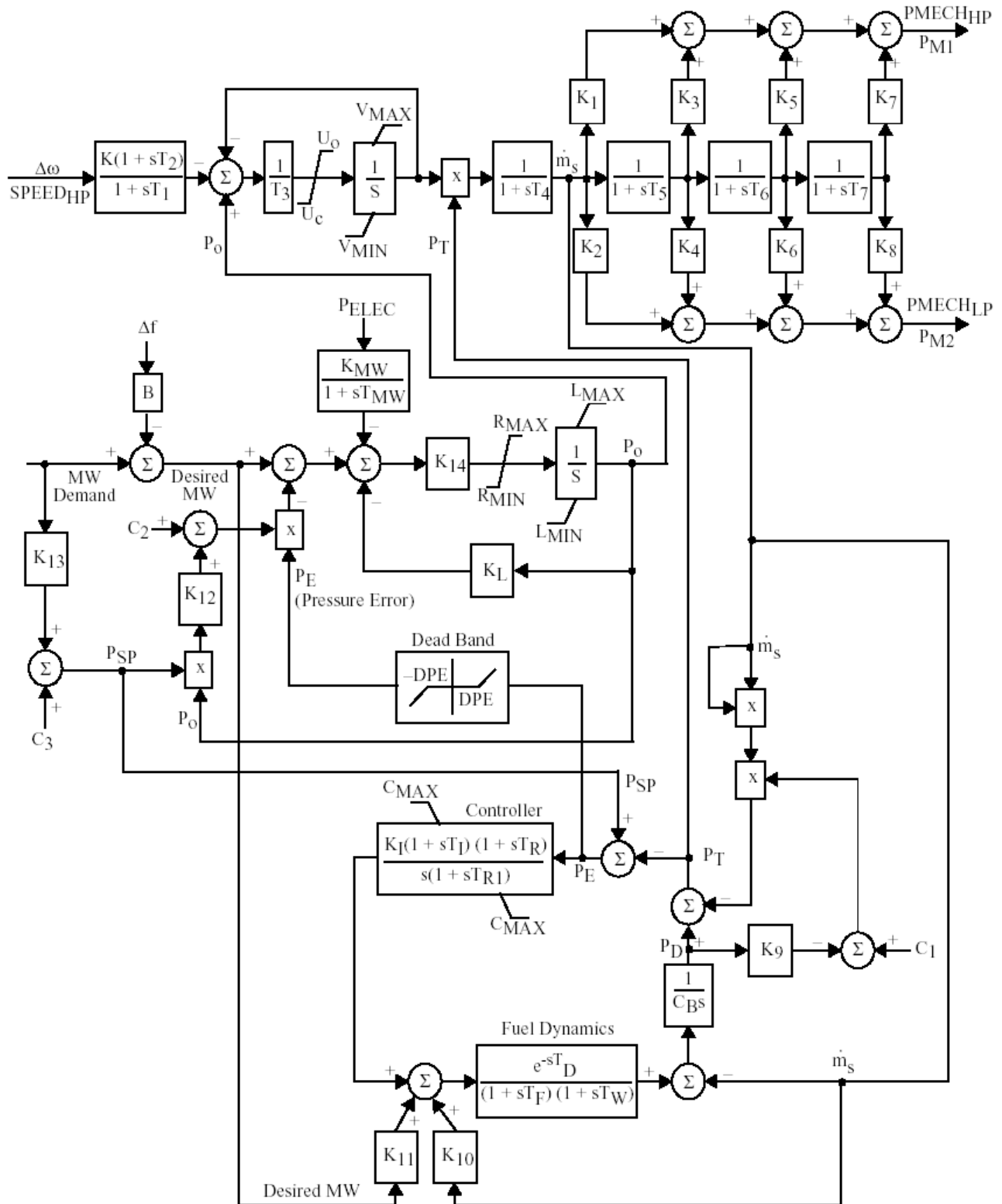


Figura 28: Diagrama a bloques del TGOV5 IEEE Type 1 Governor Modified to Include Boiler Controls

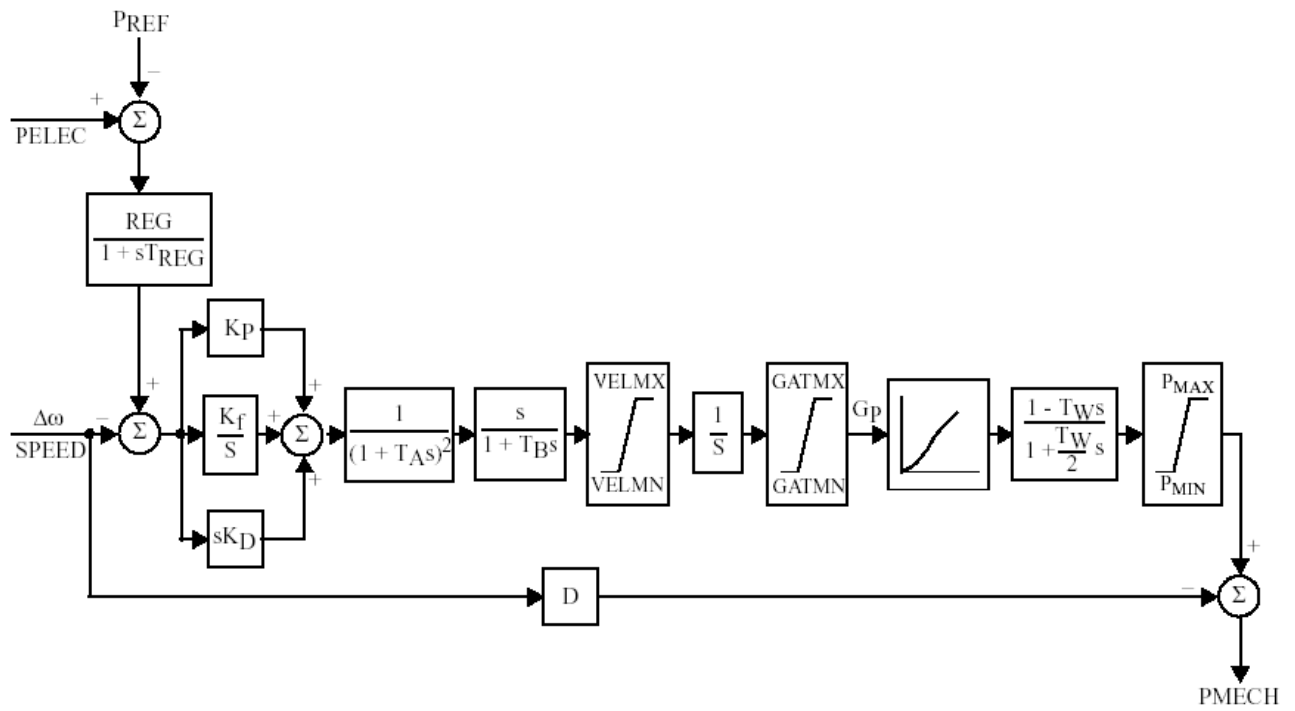
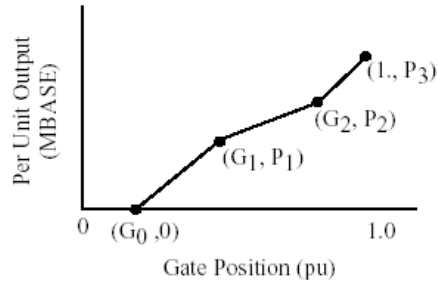


Figura 29: Diagrama a bloques del Modelo WPIDHY Woodward PID Hydro Governor

ANEXO C5 – MODELOS DE USUARIO DE RELÉS

LDSH01

Combined Underfrequency and Rate of Frequency Load Shedding Relay

CALL LDSH01 (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus

whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

And VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICONS	Value	Description
I		Bus Number
I+1		Supplementary signal for FRAC-1
I+2		Supplementary signal for FRAC-2
I+3		Supplementary signal for FRAC-3
I+4		Supplementary signal for FRAC-4
I+5		Supplementary signal for FRAC-5
I+6		Supplementary signal for FRAC-6
I+7		Supplementary signal for FRAC-7

CONs	Value	Description
J		NC, Number of periods for frequency metering
J+1		DF-1, First rate of frequency setting (Hz/s)
J+2		HZDF-1, First metering start frequency (Hz)
J+3		TD1, First rate's stage pickup time (Seconds)
J+4		DF-2, Second rate of frequency setting (Hz/s)
J+5		HZDF-2, Second metering start frequency (Hz)
J+6		TD2, Second rate's stage pickup time (Seconds)
J+7		DF-3, Third rate of frequency setting (Hz/s)
J+8		HZDF-3, Third metering start frequency (Hz)
J+9		TD3, Third rate's stage pickup time (Seconds)
J+10		DF-4, Fourth rate of frequency setting (Hz/s)
J+11		HZDF-4, Fourth metering start frequency (Hz)
J+12		TD4, Fourth rate's stage pickup time (Seconds)
J+13		DF-5, Fifth rate of frequency setting (Hz/s)
J+14		HZDF-5, Fifth metering start frequency (Hz)
J+15		TD5, Fifth rate's stage pickup time (Seconds)
J+16		DF-6, Sixth rate of frequency setting (Hz/s)
J+17		HZDF-6, Sixth metering start frequency (Hz)

Internals ICONs	Description
I+8	First rate's stage delay flag
I+9	First rate's stage time-out flag
I+10	First rate's stage timer status
I+11	Second rate's stage delay flag
I+12	Second rate's stage time-out flag
I+13	Second rate's stage timer status
I+14	Third rate's stage delay flag
I+15	Third rate's stage time-out flag
I+16	Third rate's stage timer status
I+17	Fourth rate's stage delay flag
I+18	Fourth rate's stage time-out flag
I+19	Fourth rate's stage timer status
I+20	Fifth rate's stage delay flag
I+21	Fifth rate's stage time-out flag
I+22	Fifth rate's stage timer status
I+23	Sixth rate's stage delay flag
I+24	Sixth rate's stage time-out flag
I+25	Sixth rate's stage timer status
I+26	Seventh rate's stage delay flag
I+27	Seventh rate's stage time-out flag
I+28	Seventh rate's stage timer status
I+29	First point delay flag
I+30	First point time-out flag
I+31	First point timer status
I+32	Second point delay flag
I+33	Second point time-out flag
I+34	Second point timer status
I+35	Third point delay flag

J+18	TD6, Sixth rate's stage pickup time (Seconds)
J+19	DF-7, Seventh rate of frequency setting (Hz/s)
J+20	HZDF-7, Seventh metering start frequency (Hz)
J+21	TD7, Seventh rate's stage pickup time (Seconds)
J+22	HZ-1, First load shedding point (Hz)
J+23	T1, First point pickup time (Seconds)
J+24	FRAC-1, First fraction of load to be shed (Pu)
J+25	HZ-2, Second load shedding point (Hz)
J+26	T2, Second point pickup time (Seconds)
J+27	FRAC-2, Second fraction of load to be shed (Pu)
J+28	HZ-3, Third load shedding point (Hz)
J+29	T3, Third point pickup time (Seconds)
J+30	FRAC-3, Third fraction of load to be shed (Pu)
J+31	HZ-4, Fourth load shedding point (Hz)
J+32	T4, Fourth point pickup time (Seconds)
J+33	FRAC-4, Fourth fraction of load to be shed (Pu)
J+34	HZ-5, Fifth load shedding point (Hz)
J+35	T5, Fifth point pickup time (Seconds)
J+36	FRAC-5, Fifth fraction of load to be shed (Pu)
J+37	HZ-6, Sixth load shedding point (Hz)
J+38	T6, Sixth point pickup time (Seconds)
J+39	FRAC-6, Sixth fraction of load to be shed (Pu)
J+40	HZ-7, Seventh load shedding point (Hz)
J+41	T7 Seventh point pickup time (Seconds)
J+42	FRAC-7, Seventh fraction of load to be shed (Pu)
J+43	TB, Breaker time (Seconds)

I+36	Third point time-out flag
I+37	Third point timer status
I+38	Fourth point delay flag
I+39	Fourth point time-out flag
I+40	Fourth point timer status
I+41	Fifth point delay flag
I+42	Fifth point time-out flag
I+43	Fifth point timer status
I+44	Sixth point delay flag
I+45	Sixth point time-out flag
I+46	Sixth point timer status
I+47	Seventh point delay flag
I+48	Seventh point time-out flag
I+49	Seventh point timer status

VARs	Description
L	First rate timer memory
L+1	Second rate timer memory
L+2	Third rate timer memory
L+3	Fourth rate timer memory
L+4	Fifth rate timer memory
L+5	Sixth rate timer memory
L+6	Seventh rate timer memory
L+7	First absolute timer memory
L+8	Second absolute timer memory
L+9	Third absolute timer memory
L+10	Fourth absolute timer memory
L+11	Fifth absolute timer memory
L+12	Sixth absolute timer memory
L+13	Seventh absolute timer memory
L+14	Memory for derivative of bus frequency
L+15	Bus frequency derivative (pu/seconds)
L+16	Internal
L+17	Internal

0, 'USRMDL', 0, 'LDSH01' , 0, 2, 50, 44, 0, 18, ICONs list, CONs list /

GTRPUF

Undefrequency Trip Motor/Generator Relay

CALL GTRPUF (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus
whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICON	Value	Description
I		Machine Bus Number
I+1		IM Machine
I+2		ID Relay (for documentation purposes only)

Internals ICONs	Description
I+3	Frequency signal delay flag
I+4	Frequency signal time-out flag
I+5	Frequency signal timer status

CONs	Value	Description
J		FREQ, Treshold trip point (Hz)
J+1		TD, Delay pickup time (Seconds)
J+2		TB, Breaker time (Seconds)

VARs	Description
L	Rate timer memory

0, 'USRMDL', 0, 'GTRPUF', 0, 2, 6, 3, 0, 1, ICONs list, CONs list /

Notes:

(*) If Machine identifier (IM) ranges 1 to 99, the ICON(I+2) would be specified like integer, otherwise must be specified among single quotes (for example: 'M1')

GTRDUF

Combined Undefrequency and Rate of Frequency Trip Motor/Generator Relay

CALL GTRDUF (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus
whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICON	Value	Description
I		Machine Bus Number
I+1		IM Machine
I+2		ID Relay (for documentation purposes only)

CONs	Value	Description
J		NC, Number of periods for frequency metering
J+1		DF, Rate of frequency setting (Hz/s)
J+2		HZDF, Rate metering start frequency (Hz)
J+3		TDF, Rate delay pickup time (Seconds)
J+4		HZ, Treshold trip point (Hz)
J+5		THZ, Threshhold pickup time (Seconds)
J+6		TB, Breaker time (Seconds)

Internals ICONs	Description
I+3	Rate signal delay flag
I+4	Rate signal time-out flag
I+5	Rate signal timer status
I+6	Frequency signal delay flag
I+7	Frequency signal time-out flag
I+8	Frequency signal timer status

VARs	Description
L	Rate timer memory
L+1	Frequency timer memory
L+2	Memory for derivative of bus frequency
L+3	Bus frequency derivative (pu/seconds)
L+4	Internal
L+5	Internal

0, 'USRMDL', 0, 'GTRDUF', 0, 2, 9, 7, 0, 6, ICONs list, CONs list /

Notes:

(*) If Machine identifier (IM) ranges 1 to 99, the ICON(I+2) would be specified like integer, otherwise must be specified among single quotes (for example: 'M1')

GTRPOF

Overfrequency Trip Motor/Generator Relay

CALL GTRPOF (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus
whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICON	Value	Description
I		Machine Bus Number
I+1		IM Machine
I+2		ID Relay (for documentation purposes only)

Internals ICONs	Description
I+3	Frequency signal delay flag
I+4	Frequency signal time-out flag
I+5	Frequency signal timer status

CONs	Value	Description
J		FREQ, Treshold trip point (Hz)
J+1		TD, Delay pickup time (Seconds)
J+2		TB, Breaker time (Seconds)

VARs	Description
L	Rate timer memory

0, 'USRMDL', 0, 'GTRPOF', 0, 2, 6, 3, 0, 1, ICONs list, CONs list /

Notes:

(*) If Machine identifier (IM) ranges 1 to 99, the ICON(I+2) would be specified like integer, otherwise must be specified among single quotes (for example: 'M1')

GTRDOF

Combined Overfrequency and Rate of Frequency Trip Motor/Generator Relay

CALL GTRDUF (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus
whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICON	Value	Description
I		Machine Bus Number
I+1		IM Machine (*)
I+2		ID Relay (for documentation purposes only)

CONs	Value	Description
J		NC, Number of periods for frequency metering
J+1		DF, Rate of frequency setting (Hz/s)
J+2		HZDF, Rate metering start frequency (Hz)
J+3		TDF, Rate delay pickup time (Seconds)
J+4		HZ, Treshold trip point (Hz)
J+5		THZ, Threshhold pickup time (Seconds)
J+6		TB, Breaker time (Seconds)

Internals ICONs	Description
I+3	Rate signal delay flag
I+4	Rate signal time-out flag
I+5	Rate signal timer status
I+6	Frequency signal delay flag
I+7	Frequency signal time-out flag
I+8	Frequency signal timer status

VARs	Description
L	Rate timer memory
L+1	Frequency timer memory
L+2	Memory for derivative of bus frequency
L+3	Bus frequency derivative (pu/seconds)
L+4	Internal
L+5	Internal

0, 'USRMDL', 0, 'GTRDOF', 0, 2, 9, 7, 0, 6, ICONs list, CONs list /

Notes:

(*) If Machine identifier (IM) ranges 1 to 99, the ICON(I+2) would be specified like integer, otherwise must be specified among single quotes (for example: 'M1')

CAPDUF

Combined Underfrequency and Rate of Frequency Trip Capacitor Relay

CALL CAPDUF (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus
whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICON	Value	Description
I		Bus Number
I+1		ID Relay (for documentation purposes only)

CONs	Value	Description
J		NC, Number of periods for frequency metering
J+1		DF, Rate of frequency setting (Hz/s)
J+2		HZDF, Rate metering start frequency (Hz)
J+3		TDF, Rate delay pickup time (Seconds)
J+4		HZ, Treshold trip point (Hz)
J+5		THZ, Threrhold pickup time (Seconds)
J+6		TB, Breaker time (Seconds)

Internals ICONs	Description
I+2	Rate signal delay flag
I+3	Rate signal time-out flag
I+4	Rate signal timer status
I+5	Frequency signal delay flag
I+6	Frequency signal time-out flag
I+7	Frequency signal timer status

VARs	Description
L	Rate timer memory
L+1	Frequency timer memory
L+2	Memory for derivative of bus frequency
L+3	Bus frequency derivative (pu/seconds)
L+4	Internal
L+5	Internal

0, 'USRMDL', 0, 'CAPDUF', 0, 2, 8, 7, 0, 6, ICONs list, CONs list /

Notes: The model droop all capacitors modeled like switched shunt in Mode 1 (Discrete).

SGNDUF

Combined Undeferencecy and Rate of Frequency Condition Signal Relay

CALL SGNDUF (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus
whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICON	Value	Description
I		Bus Number
I+1		ID Relay (for documentation purposes only)

CONs	Value	Description
J		NC, Number of periods for frequency metering
J+1		DF, Rate of frequency setting (Hz/s)
J+2		HZDF, Rate metering start frequency (Hz)
J+3		TDF, Rate delay pickup time (Seconds)
J+4		HZ, Treshold trip point (Hz)
J+5		THZ, Thrershold pickup time (Seconds)
J+6		TB, Breaker time (Seconds)

Internals ICONs	Description
I+2	Rate signal delay flag
I+3	Rate signal time-out flag
I+4	Rate signal timer status
I+5	Frequency signal delay flag
I+6	Frequency signal time-out flag
I+7	Frequency signal timer status

VARs	Description
L	Rate timer memory
L+1	Frequency timer memory
L+2	Memory for derivative of bus frecueny
L+3	Bus frecueny derivative (pu/seconds)
L+4	Internal
L+5	Internal

0, 'USRMDL', 0, 'SGNDUF', 0, 2, 8, 7, 0, 6, ICONs list, CONs list /

SGNDOF

Combined Overfrequency and Rate of Frequency Condition Signal Relay

CALL SGNDOF (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus
whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICON	Value	Description
I		Bus Number
I+1		ID Relay (for documentation purposes only)

CONs	Value	Description
J		NC, Number of periods for frequency metering
J+1		DF, Rate of frequency setting (Hz/s)
J+2		HZDF, Rate metering start frequency (Hz)
J+3		TDF, Rate delay pickup time (Seconds)
J+4		HZ, Treshold trip point (Hz)
J+5		THZ, Thrershold pickup time (Seconds)
J+6		TB, Breaker time (Seconds)

Internals ICONs	Description
I+2	Rate signal delay flag
I+3	Rate signal time-out flag
I+4	Rate signal timer status
I+5	Frequency signal delay flag
I+6	Frequency signal time-out flag
I+7	Frequency signal timer status

VARs	Description
L	Rate timer memory
L+1	Frequency timer memory
L+2	Memory for derivative of bus frecueny
L+3	Bus frecueny derivative (pu/seconds)
L+4	Internal
L+5	Internal

0, 'USRMDL', 0, 'SGNDOF', 0, 2, 8, 7, 0, 6, ICONs list, CONs list /

POWLUM

Power Load Unbalance Trip Generator/Branch Relay

CALL POWLUN (I,J,0,L) from CONET

This model is called at the bus
whose number is in ICON

_____ I,

It uses CONs starting with

_____ J,

VARs starting with

_____ L,

and ICONs starting with

_____ I+1.

ICON	Value	Description
I		Machine Bus Number
I+1		IM Machine ⁽¹⁾
I+2		ID Relay (for documentation purposes only)
I+3		From Bus Branch
I+4		To Bus Branch
I+5		Circuit Branch ⁽¹⁾
I+6		Trip Mode (0, 1 or 2) ⁽²⁾

CONs	Value	Description
J		Power Threshold (MW) (≥ 0)
J+1		Umbalance Pelec-Pmech (pu) (< 0)
J+2		Delay (Seconds)
J+3		TB, Breaker time (Seconds)

Internals ICONs	Description
I+7	Delay flag
I+8	Time-out flag
I+9	Timer status

VARs	Description
L	Timer Memory
L+1	Internal
L+2	Internal
L+3	Internal

0, 'USRMDL', 0, 'POWLUN', 0, 2, 10, 4, 0, 4, ICONs list, CONs list /

Notes:

(1) If Machine or Line identifier ranges 1 to 99, the ICON(I+2) would be specified like integer, otherwise must be specified among single quotes (for example: 'M1')

(2) Mode 0 trip Line only, Mode 1 trip Generator only; Mode 2 trip both Line and Generator.

ANEXO C6 – FUENTES DE DATOS CONSULTADAS

Se detalla la información consultada, la cual fue provista por COES para el desarrollo de las tareas de construcción de la Base de Datos para estudios dinámicos de sistemas de potencia. En donde resulta claro, se menciona la clase de datos que se obtuvo desde cada fuente.

- La información primaria de los parámetros de las máquinas síncronas y asíncronas se obtuvo del “ANEXO-INFORME 01-EDP.xls”, y del informe adjunto “INFORME TECNICO 01-ECP.doc” que describe el origen de tales datos. Se recogieron también las actualizaciones en la versión “Maquinas_(021003)_PREP.xls”
- De las planillas entregadas en la “Reunión Lima 4 de junio” como “Datos Oficiales del COES”, se extrajeron datos de potencias máximas, mínimas, y curvas de capacidad. También se revisaron los datos de potencia nominal (MVA). Las planillas empleadas se listan a continuación:
 - Gener-ter.xls
 - Gener-hid.xls
 - Ficha Aguaytia.xls
 - Ficha Cahua.xls
 - Ficha Enersur(Centrales Termicas).xls
 - Ficha Edegel.xls
 - Ficha Eepsa.xls
 - Ficha Egasa.xls
 - Ficha Egecen.xls
 - Ficha Egemsa.xls
 - Ficha Egenor.xls
 - Ficha Egesur.xls
 - Ficha Electroperu.xls
 - Ficha San Gaban.xls
 - Ficha Shougesa.xls
- Del ANEXO 03 (MAQUINAS ELECTRICAS) suministrado por COES, se adoptaron la mayoría de los modelos disponibles de los sistemas de control de los generadores, las curvas de capacidad y se complementaron datos de inercia y parámetros de los alternadores. De este Anexo se obtuvo también la información con más detalle disponible de los grandes motores síncronos y asíncronos. Se revisó también una nueva versión de este Anexo en medio magnético (pdf).
- Información en papel correspondientes a diversos estudios previos, de las cuales se extrajeron datos de algunas unidades:

Carpeta	Empresa/Estación	Documento
14	SE Tintaya	Estudio de Estabilidad
15	SICN	Análisis estabilidad
34	EGASA-CT Mollendo	Datos de equipos
38	SHOUGANG	Unifilares y datos equipos para protecciones
39	ENERSUR-CT Ilo	Unifilares y datos de equipos
49	ISA	Estudios Eléctricos

- De la carpeta Informes de nuevas incorporaciones en Perú en “CD”, se adoptaron datos de MACHUPICHU contenidos en el documento “Expediente Técnico.doc”, específico para dicha central.
- De la Planilla EXCEL “Gen31_7_02.xls”, se contrastaron datos para flujo de cargas y cortocircuito.

Otros datos obtenidos en medio magnético:

- desde “CH Charcani 2 modelos.zip” se obtuvo “ch charcani 2 modelos.tif”, con los modelos dinámicos recomendados para los sistemas de control.
- desde el documento “datos_ilo.doc” se obtuvieron los datos de la central ILO 1 y 2.
- desde el documento “equivalentes generador Zarumilla_Merced.doc”

Otros datos en forma impresa (papel), contienen extractos de los informes que se citan a continuación:

- Informe N° 5:** Datos adicionales de la unidad Westinghouse de Santa Rosa para la actualización de la base de datos dinámicos del sistema. Recibido por el COES el 8/8/2002
- Informe N° 6:** Pedido de datos acerca de la central ILO2. Recibido por el COES el 9/8/2002
- Informe N° 8:** Estudio Actualización de la base de datos dinámicos del sistema. Recibido por el COES el 14/8/2002 (Primera página: listado del envío, última página: curvas características del alternador)
- Informe N° 10:** Estudio Actualización de la base de datos dinámicos del sistema. Recibido por el COES el 22/8/2002
- Informe N° 19:** Características Técnicas de los Grupos de Generación de la C.T. Chiclayo. Recibido por el COES el 20/8/2002
- Informe N° 20:** Parámetros Eléctricos y Mecánicos de los Sistemas de. Recibido por el COES el 20/8/2002
- Informe N° 21:** Informe Ejecutivo de Características Técnicas de las C.T. Chimbote y C.T. Trujillo. Recibido por el COES el 20/8/2002 (Capítulos 5 y 6)
- Informe N° 22:** C.T. Piura. Datos generales de los grupos, transformadores de corriente, de tensión, interruptor principal, diagrama unifilar de protección. Recibido por el COES el 20/8/2002)

- Informe N° 27:** C.T. Piura - Turbogas. Recibido por el COES el 20/8/2002 (Observación: la primer página posee datos del generador)
- Informe N° 29:** Características técnicas y diagramas unifilares de las C.T. Sullana y C.T. Paita. Recibido por el COES el 20/8/2002 (Páginas 3 y 4)
- Informe N° 30:** SSEE Huallanca, ajustes de relés. Recibido por el COES el 20/8/2002 (Solamente se envían los datos de los grupos y diagramas unifilares de la central, 10 páginas y 2 planos)

Otros datos se obtuvieron desde el esquema unifilar:

Esquema Unifilar “PLANO SEIN 021003_TOTAL.dwg”