

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Acuerdo No. 775 6 de agosto de 2015

Por el cual se aprueba la incorporación de un cambio de los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a las unidades 1, 2, 3 y 4 de la central de generación Chivor

El Consejo Nacional de Operación en uso de sus facultades legales, en especial las conferidas en el Artículo 36 de la Ley 143 de 1994, el Anexo general de la Resolución CREG 025 de 1995 y su Reglamento Interno y según lo aprobado en la reunión No. 440 del 6 de agosto de 2015 y,

CONSIDERANDO

1. Que mediante el Acuerdo 752 de 2015 (antes Acuerdo 640 de 2014) se establecieron los requerimientos para la obtención y validación de parámetros del generador y los modelos del sistema de excitación, control de velocidad/potencia y estabilizadores de sistemas de potencia de las unidades de generación del SIN y se definieron las pautas para las pruebas y reajustes de los controles de generación.
2. Que siguiendo el procedimiento para solicitar el cambio de parámetros técnicos de las plantas de generación del Acuerdo 497 de 2010, AES CHIVOR S.A. E.S.P. solicitó al CND mediante comunicaciones con número de radicado en XM 201544007243-3 del 20 de mayo de 2015 y 201544009936-3 del 30 de junio de 2015, el cambio de los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a los generadores de la central hidroeléctrica Chivor.
3. Que XM S.A. E.S.P. mediante comunicación 011089-1 del 6 de julio de 2015 dio concepto favorable a la solicitud de modificación de los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a los generadores de la central hidroeléctrica Chivor.
4. Que el Subcomité de Controles en su reunión 50 del 23 de julio de 2015 dio su concepto favorable a la solicitud de modificación de los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a los generadores de las unidades 1, 2, 3 y 4 de la central hidroeléctrica Chivor.
5. Que el Comité de Operación en su reunión 261 del 30 de julio de 2015 recomendó al CNO la expedición del presente Acuerdo.

ACUERDA:

PRIMERO. Aprobar la incorporación de los cambios en los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a los generadores de las unidades 1, 2, 3 y 4 de la central de generación Chivor como se presenta en el Anexo del presente Acuerdo que hace parte integral del mismo.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

SEGUNDO. El presente Acuerdo rige a partir del despacho que se realizará el 11 de agosto de 2015 para la operación del 12 de agosto de 2015.

El Presidente (Ad Hoc),



WILMAN GARZÓN RAMÍREZ

Secretario Técnico,



ALBERTO OLARTE AGUIRRE

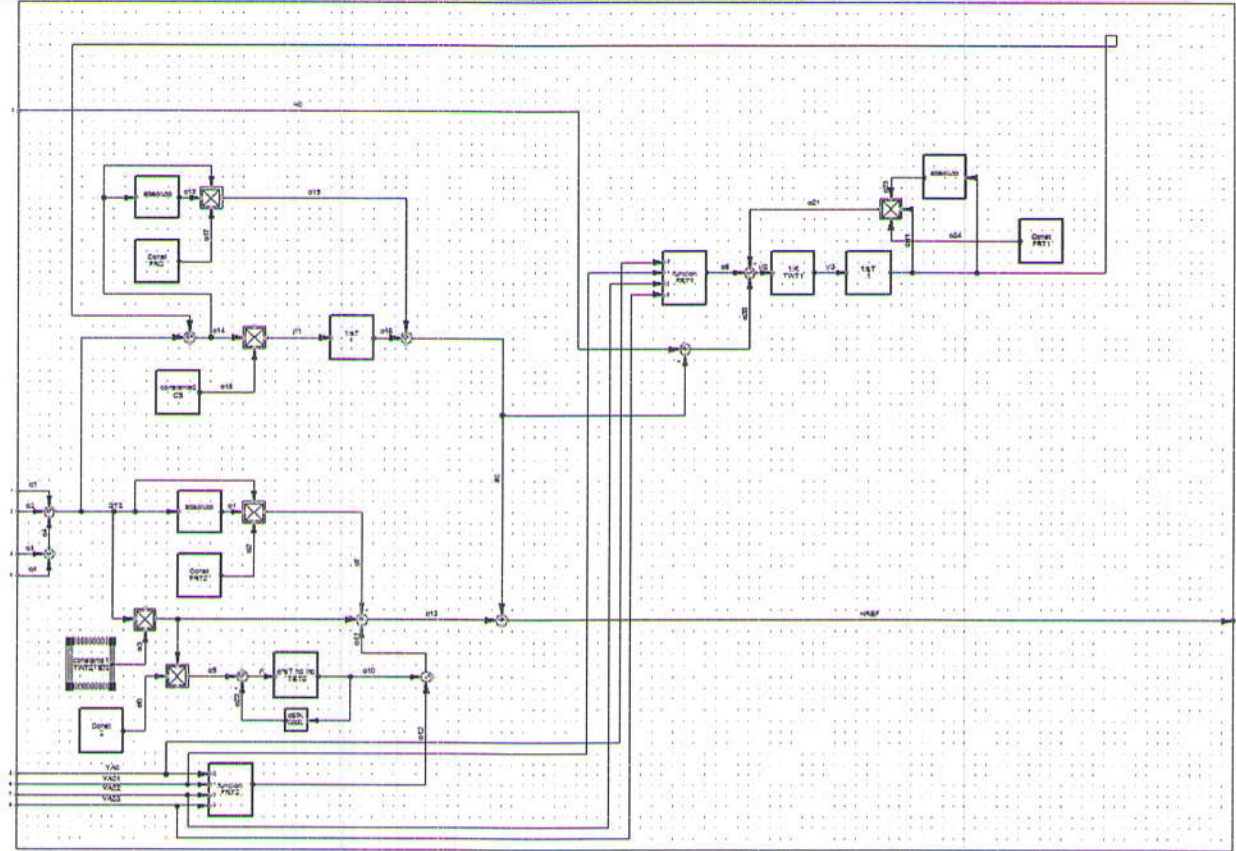
10

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

ANEXO ANEXO

Parámetros modelos validados unidades 1 a 4 de Chivor

Diagrama de bloques conducciones Etapa 1: Unidades 1 a 4 de Chivor



Parámetros conducciones Etapa 1: Unidades 1 a 4 de Chivor:

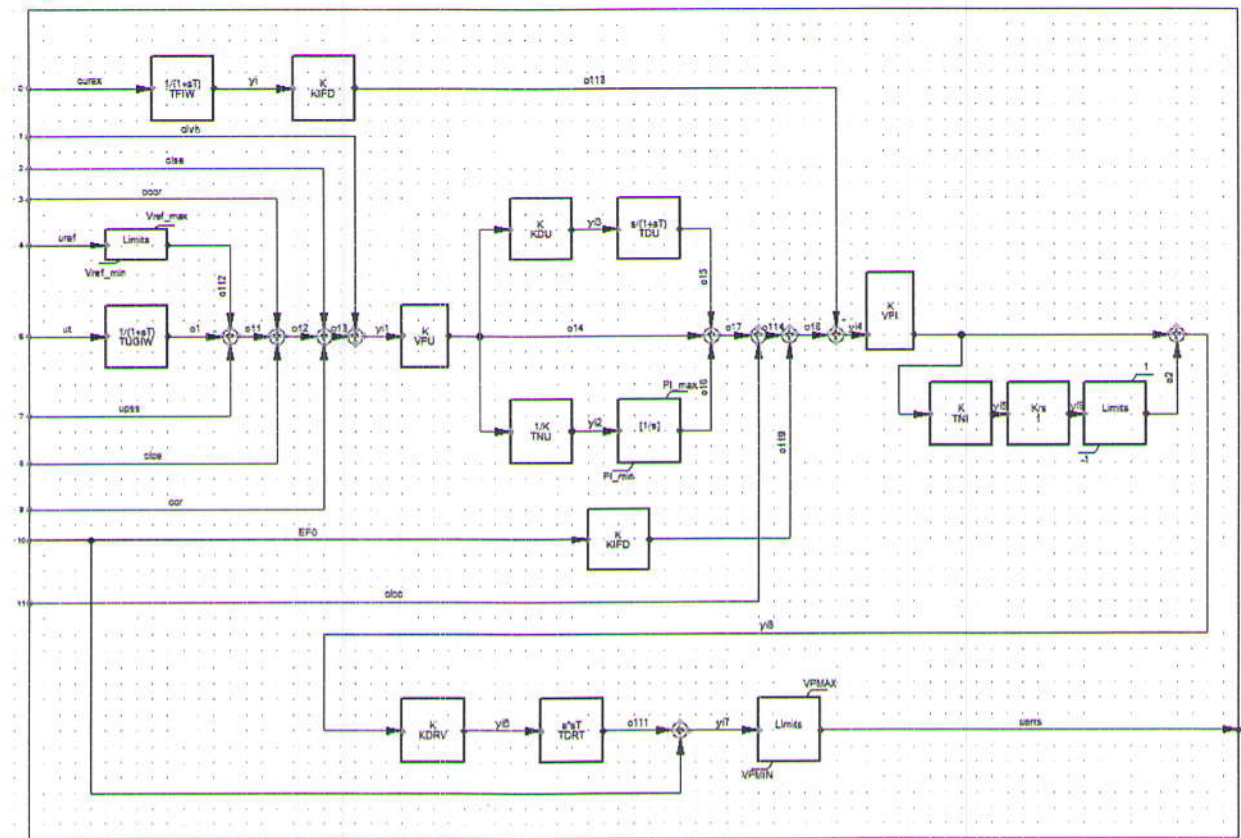
Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
FRT2	0	[pu]	Ganancia
TWT2	0.8	[pu]	Factor ganancia
TET2	2.385	[pu]	Factor ganancia
CS	130	[pu]	Constante de tiempo integrador
FRC	0	[pu]	Ganancia
FRT1	0.005	[pu]	Ganancia
TWT1	0.2	[pu]	Constante de tiempo integrador

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Unidad Chivor 1:

Diagrama de bloques AVR:

RT_Chivor;

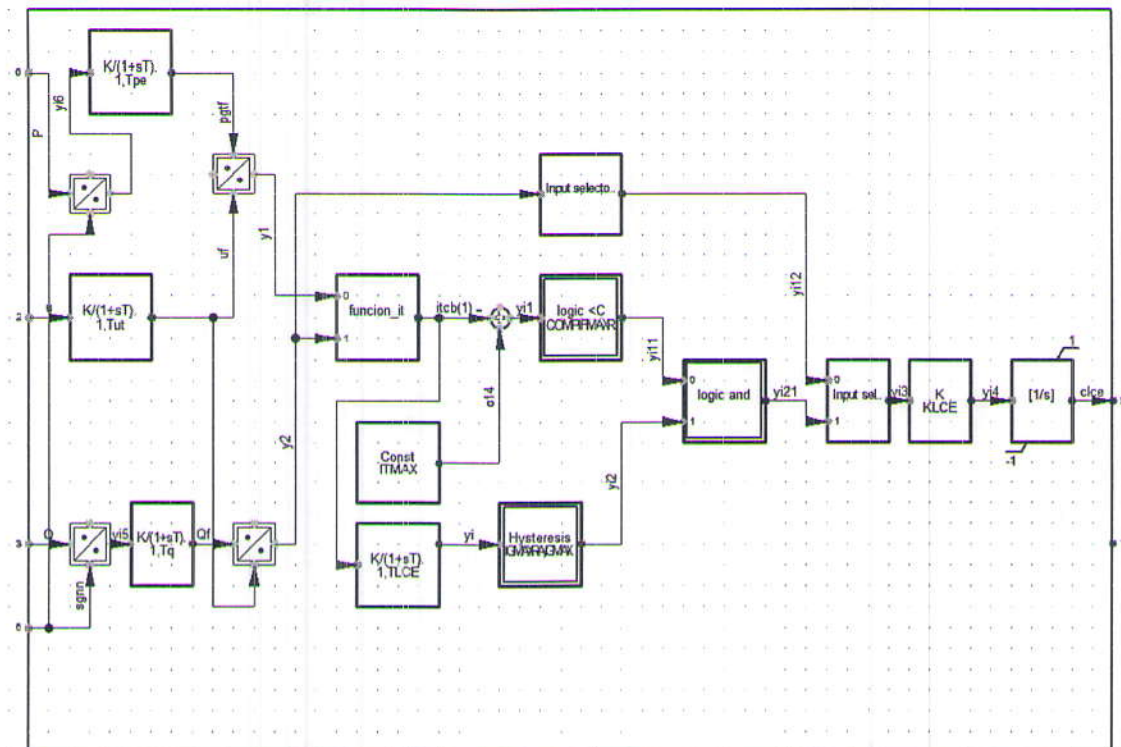


Parámetros AVR:

	Parameter
►KIFD Ganancia del filtro para la medición de la corriente...	0.5808
VPU Amplificación proporcional [p.u]	5.
KDU Amplificación derivativa [p.u]	0.
TNU Constante de tiempo integral [s]	0.25
TDU Constante de tiempo derivativa [s]	0.0059
VPI Amplificación proporcional [p.u]	3.
TNI Constante de tiempo integral [s]	0.
TFIW Constante de tiempo del filtro para la medición d...	0.00202
TUGIW Constante de tiempo del filtro para medición de...	0.0059
KDRV Ganancia del Driver [p.u]	5.5
TDRT Tiempo muerto [s]	0.001
Vref_min Limitador inferior de la tensión de referencia [p...	0.9272
PI_min Limitador inferior del integrador del controlador P...	-0.45
VPMIN Limitador del Ceiling mínimo [p.u]	-4.5
Vref_max Limitador superior de la tensión de referencia ...	1.0801
PI_max Limitador superior del integrador del controlador...	0.45
VPMAX Limitador del Ceiling máximo [p.u]	5.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques del Limitador de Corriente Estática:

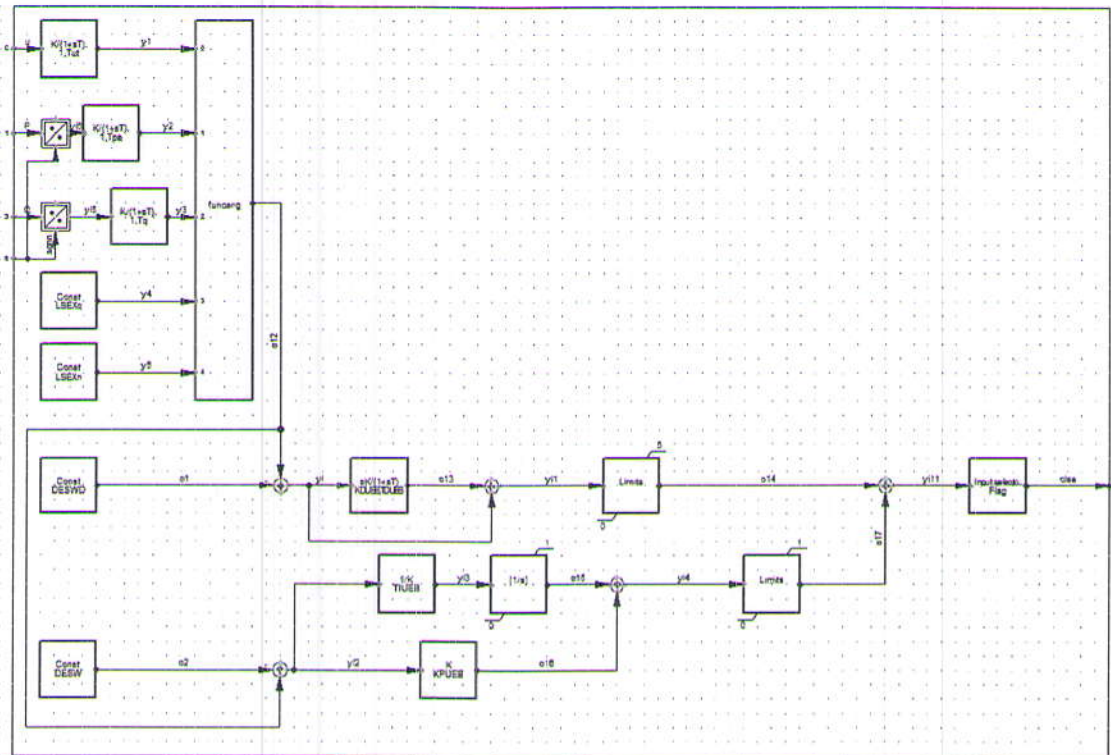


Parámetros del Limitador de Corriente Estática:

	Parameter	
Tpe	Constante de tiempo del filtro de medicion de Pot...	0.02
Tut	Constante de tiempo del filtro de medicion del volt...	0.0059
Tq	Constante de tiempo del filtro de medicion de Pote...	0.02
ITMAX	Máxima corriente estática [p.u]	1.
TLCE	Retardo [s]	29.98
IGMAXRA	Umbral superior [p.u]	0.
IGMAXRB	Umbral inferior [p.u]	-0.03
KLCE	Ganancia del LCE [s]	0.025
COMPIFMAXR	Comparador [p.u]	-0.03

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN
CNO

Diagrama de bloques del limitador LPQ



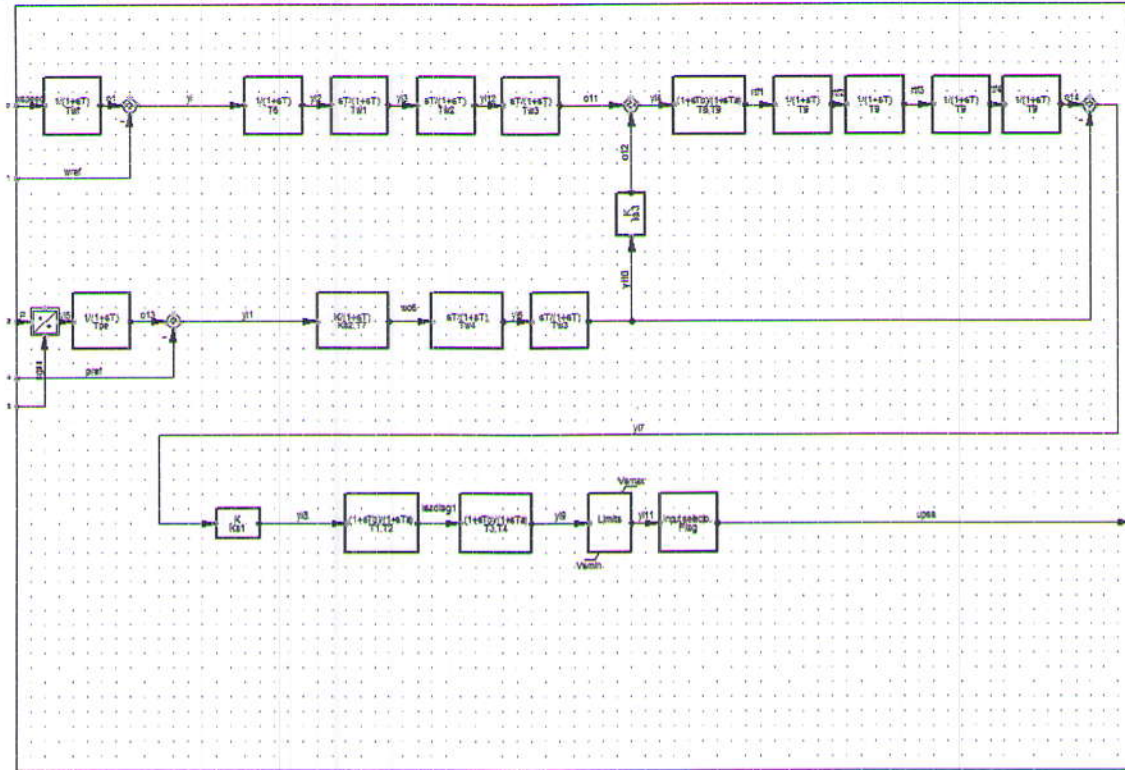
Parámetros del limitador LPQ

	Parameter
►Tut Constante de tiempo del filtro de voltaje [s]	0.0059
Tpe Constante de tiempo del filtro de potencia activa [s]	0.02
Tq Constante de tiempo del filtro de potencia reactiva...	0.02
LSEXq Parámetro Xq [p.u]	1.113
LSEXn Parámetro Xn [p.u]	0.0693
DESW Límite estacionario del ángulo de carga [p.u]	1.27
KPUEB Amplificación proporcional [p.u]	0.
TIUEB Constante de tiempo integral [p.u]	4.
DESWD Límite diferencial del ángulo de carga [p.u]	2.
KDUEB Amplificación derivativa [p.u]	1.5
TDUEB Constante de tiempo derivativa [p.u]	3.
Flag Define si está activo el limitador []	1.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

Diagrama de bloques del PSS

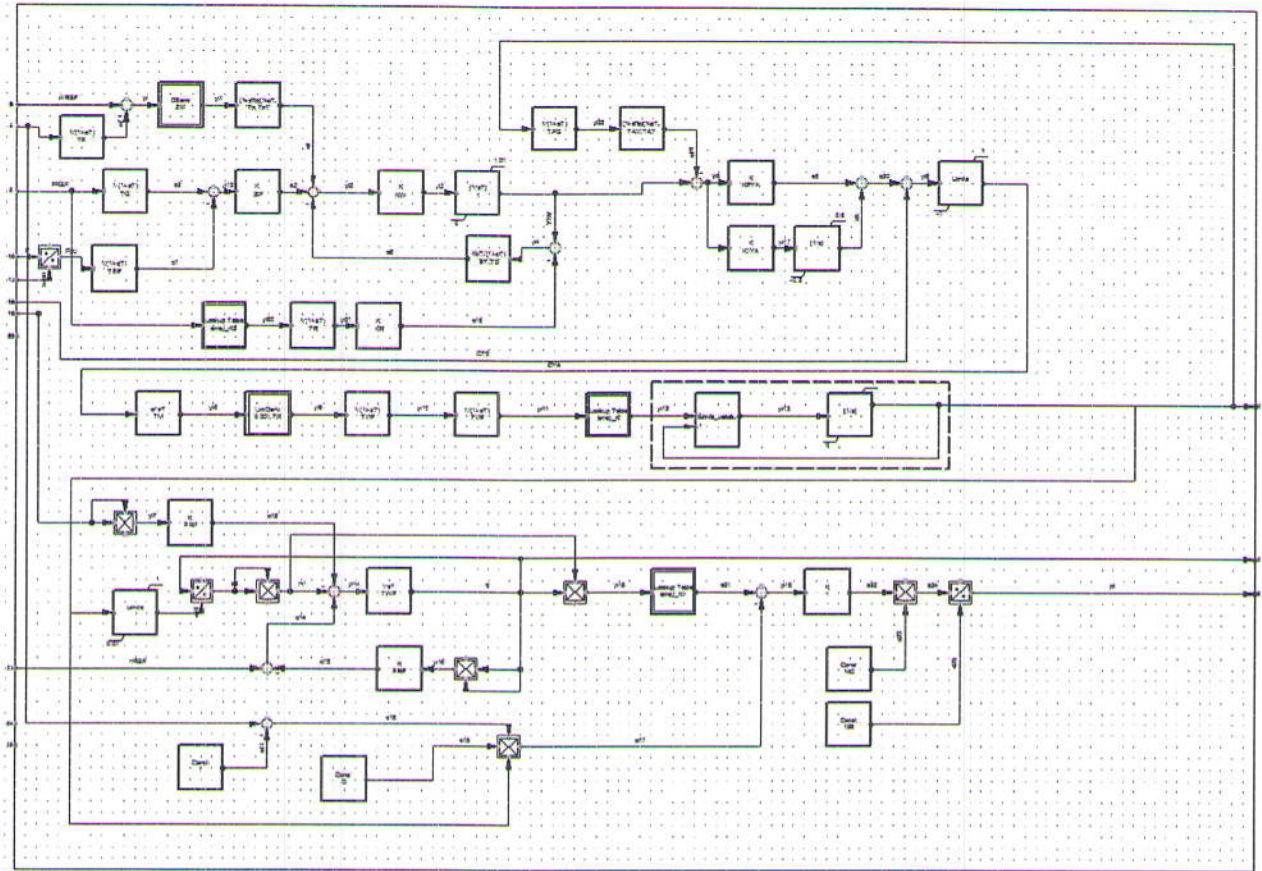


Parámetros del PSS

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
Tw2	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Tpe	0.02	[s]	Constante de tiempo del filtro de potencia eléctrica
Tw1	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
T6	0.02	[s]	Constante de tiempo de filtro transductor desviación de frecuencia
Ks2	1	[s]	Ganancia de filtro del PSS
T7	0.0201	[s]	Constante de tiempo de filtro acondicionador de potencia eléctrica
Tw4	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Ks3	1	[p.u]	Factor de acoplamiento de señales
T8	3.2002	[s]	Constante de tiempo de filtro rastreador de rampa
T9	0.6401	[s]	Constante de tiempo de filtro rastreador de rampa
Ks1	0.35	[p.u]	Ganancia del PSS
T1	0.0098	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T2	0.009801	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T3	0.0098	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T4	0.009801	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
Twf	0.02	[s]	Constante de tiempo del filtro de velocidad
Flag	1	[p.u]	Bandera para inhibir o activar operación del PSS
Tw3	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Vsmin	-0.01	[p.u]	Mínimo valor de la señal de salida del PSS
Vsmax	0.01	[p.u]	Máximo valor de la señal de salida del PSS

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques del PCU



Parámetros del PCU

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
ZM	0.0005	[pu]	Zona Muerta
TF	0.5	[seg]	Filtro Pasa baja
Tn	1.4	[s]	Constante de tiempo del acelerómetro
Tn1	0.14	[s]	Constante de tiempo del acelerómetro
TG	0.7	[s]	Constante de tiempo del filtro
TFP	3.3	[s]	Constante de tiempo del filtro
KW	80	[pu]	Ganancia del servo virtual
KPYA	70	[pu]	Constante proporcional
TM	0.15	[s]	Tiempo muerto
TVP	0.02	[s]	Filtro válvula piloto
FRP	0	[pu]	Ganancia
TWP	0.04	[s]	Constante de tiempo integrador
TX	10	[s]	Constante de tiempo del limitador de tasa
D	0.1	[pu]	Ganancia
BP	0.04	[pu]	Estatismo
BT	0.4	[pu]	Estatismo transitorio

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
TD	8	[s]	Constante derivativa
TR	0.7	[s]	Constante de tiempo del filtro rampeador
KR	1	[pu]	Ganancia del filtro rampeador
TAG	0.05	[s]	Constante de tiempo filtro control posición agujas
TAV	0.05	[s]	Constante de tiempo filtro control posición agujas
TAT	0.01	[s]	Constante de tiempo filtro control posición agujas
KIYA	1	[pu]	Constante integral

Tabla Zona Muerta y ganancia hidráulica:

K_x	K_y
-1.15	-0.028
-0.5	-0.014
-0.02	-0.001
-0.01	0
0	0
0.01	0
0.02	0.001
0.5	0.014
0.85	0.028

Tabla Potencia -Apertura , Apertura - Potencia

K1_x	K1_y	K2_x	K2_y
0	-0.0271	-0.0271	0
0.1	0.136937	0.136937	0.1
0.2	0.289408	0.289408	0.2
0.3	0.430313	0.430313	0.3
0.4	0.559652	0.559652	0.4
0.5	0.677425	0.677425	0.5
0.6	0.783632	0.783632	0.6
0.7	0.878273	0.878273	0.7
0.8	0.961348	0.961348	0.8
0.9	1.032857	1.032857	0.9
1	1.0928	1.0928	1

Nota: En Digsilent se construye un arreglo de 1001 datos a partir de la información reportada por el agente para mejorar respuesta inicial del modelo

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

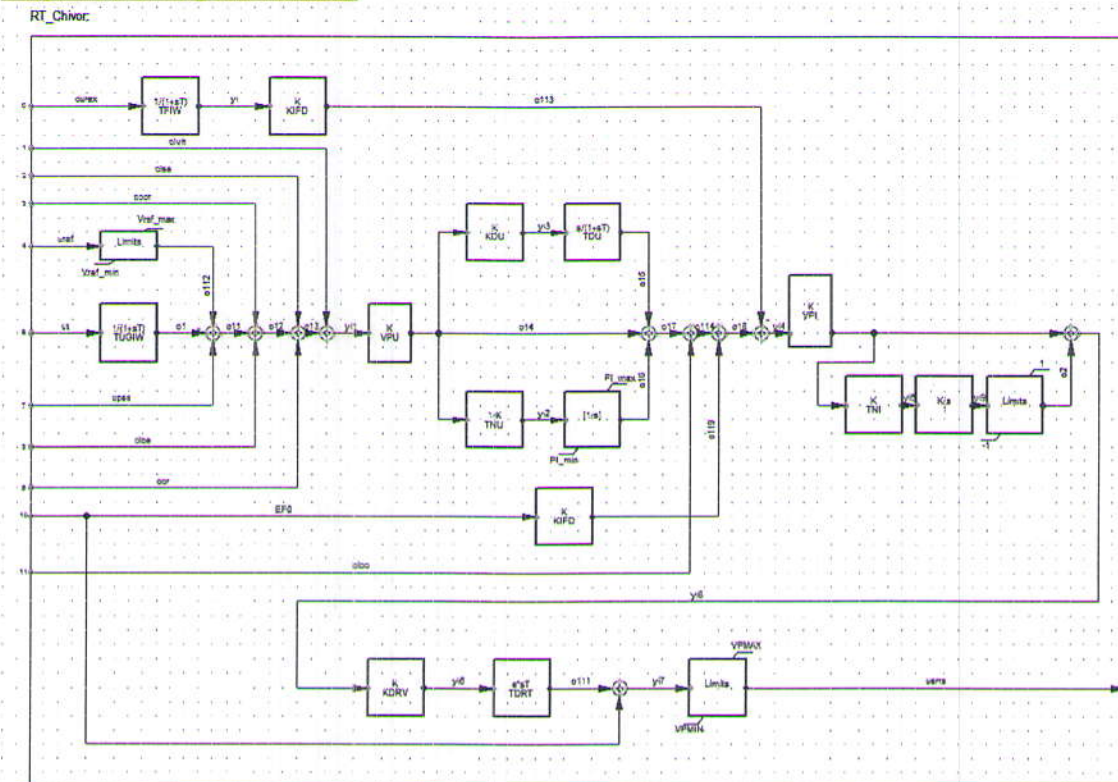
Límites apertura-cierre:

F6(s)	Limite apertura / cierre	Limitador con diferentes límites superior y inferior por banda de la señal del distribuidor. Ejemplo: Cuando el distribuidor está entre $AC(x+1)$ y $AC(x)$ el limitador irá tener límite superior $1/TAx$ y inferior $1/TCx$ (el x es un numero)	TA1	35.599999540
			TA2	38.399999510
			TA3	41.799999960
			TA4	46.999999440
			TA5	52.899999110
			TA6	61.100000420
			TA7	73.200001000
			TA8	94.599995740
			TA9	143.70000500
			TA10	248.00000400
			TC1	-481.2782751
			TC2	-338.3980238
			TC3	-241.3010955
			TC4	-151.8995033
			TC5	-116.0995205
			TC6	-98.30038632
			TC7	-86.20020860
			TC8	-70.92198582
			TC9	-70.92198582
			TC10	-70.92198582
			AC1	0.0
			AC2	0.1
			AC3	0.2
			AC4	0.3
			AC5	0.4
			AC6	0.5
			AC7	0.6
			AC8	0.7
			AC9	0.8
			AC10	0.9
			AC11	1.0

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Unidad Chivor 2:

Diagrama de bloques del AVR:

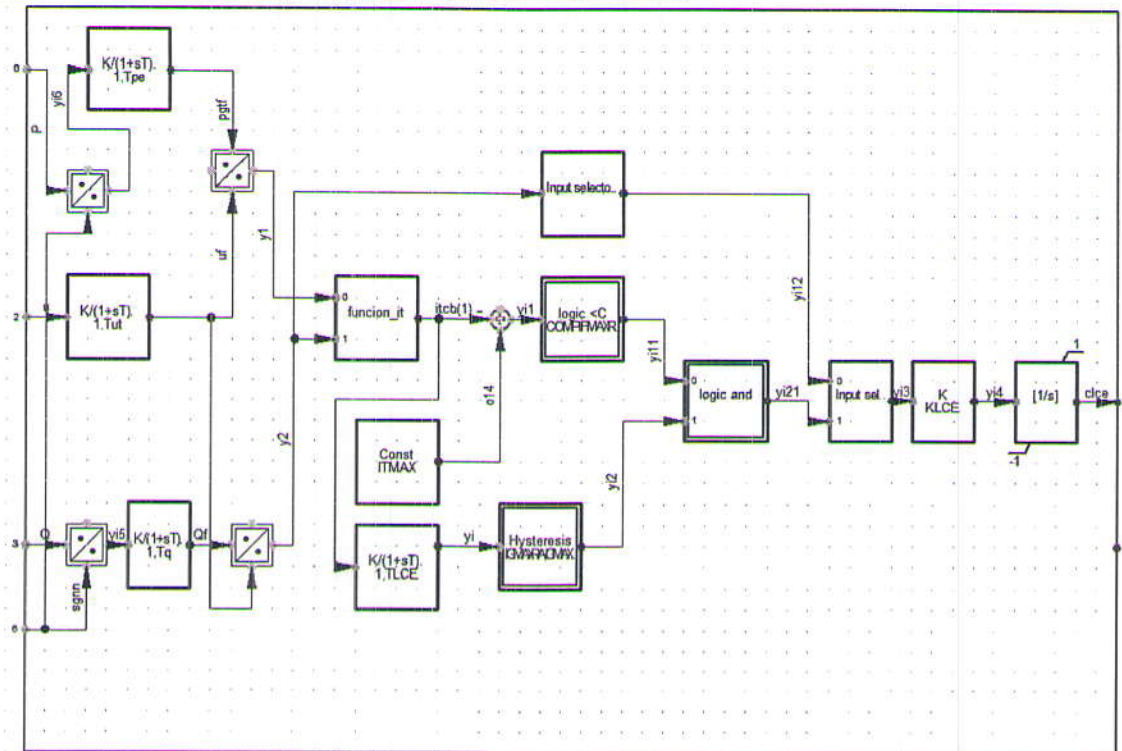


Parámetros del AVR:

	Parameter	
►KIFD Ganancia del filtro para la medición de la cont...	1.	▲
VPU Amplificación proporcional [p.u]	6.5	
KDU Amplificación derivativa [p.u]	0.	
TNU Constante de tiempo integral [s]	0.25	
TDU Constante de tiempo derivativa [s]	0.0059	
VPI Amplificación proporcional [p.u]	1.6631	
TNI Constante de tiempo integral [s]	0.	
TFIW Constante de tiempo del filtro para la medición d...	0.00202	
TUGIW Constante de tiempo del filtro para medición de...	0.0059	
KDRV Ganancia del Driver [p.u]	5.5	
TDRT Tiempo muerto [s]	0.001	
Vref_min Limitador inferior de la tensión de referencia [p...	0.9272	
PI_min Limitador inferior del integrador del controlador P...	-0.45	
VPMIN Limitador del Ceiling mínimo [p.u]	-4.34	
Vref_max Limitador superior de la tensión de referencia ...	1.0801	
PI_max Limitador superior del integrador del controlador...	0.45	
VPMAX Limitador del Ceiling máximo [p.u]	4.94	▼

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques del Limitador de Corriente Estática:

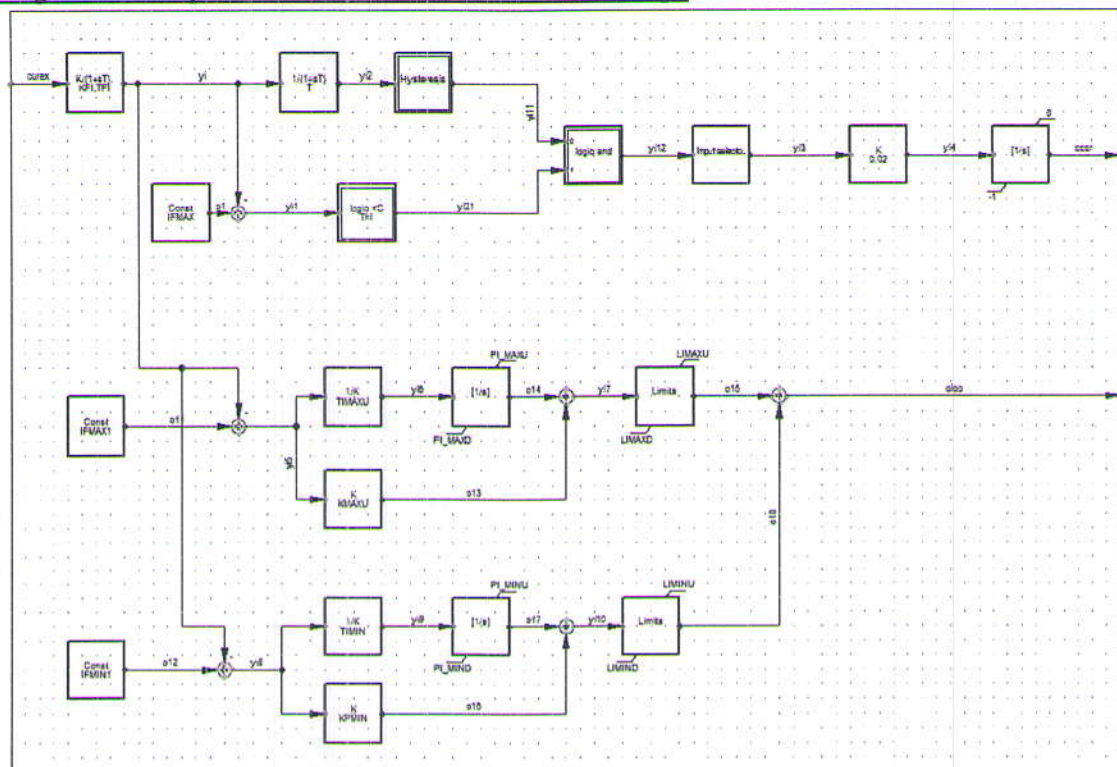


Parámetros del Limitador de Corriente Estática:

	Parameter	
► Tpe	Constante de tiempo del filtro de medicion de Pot...	0.02 ▲
Tut	Constante de tiempo del filtro de medicion del volt...	0.0059
Tq	Constante de tiempo del filtro de medicion de Pote...	0.02
ITMAX	Máxima corriente estática [p.u]	1.
TLCE	Retardo [s]	15.
IGMAXRA	Umbral superior [p.u]	-0.015
IGMAXRB	Umbral inferior [p.u]	-0.02
KLCE	Ganancia del LCE [s]	0.025
COMPIFMAXR	Comparador [p.u]	-0.015

**CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN
CNO**

Diagrama de bloques de Limitadores de Corriente de Campo



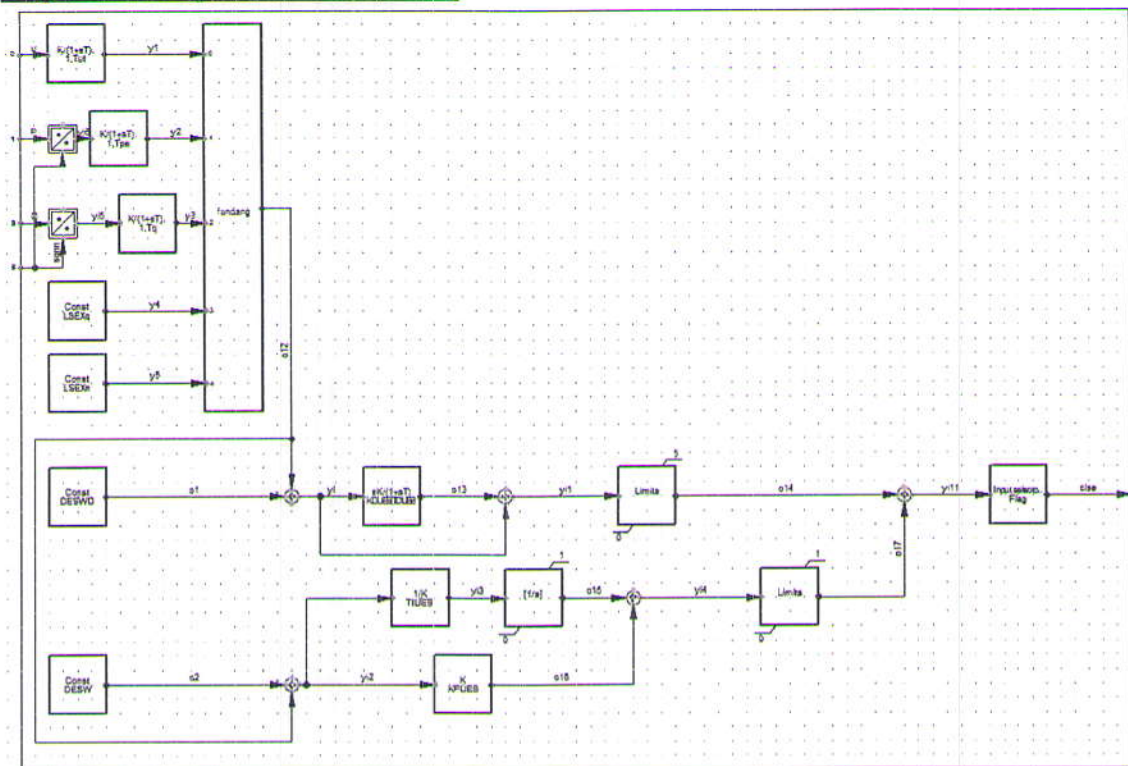
Parámetros de Limitadores de Corriente de Campo

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
IFMAX	2.14	[p.u]	Referencia de máxima corriente de campo con retardo
ThI	-0.03	[p.u]	Comparador
IFMAX1	2.3	[p.u]	Referencia de máxima corriente de campo
KMAXU	3	[p.u]	Ganancia del controlador PI - Limitador de máxima corriente de campo
TIMAXU	0.04	[s]	Constante de tiempo del controlador PI - Limitador de máxima corriente de campo
IFMIN1	0.32	[p.u]	Referencia de mínima corriente de campo
TIMIN	0.0601	[s]	Constante de tiempo del controlador PI - Limitador de mínima corriente de campo
KPMIN	4	[p.u]	Ganancia del controlador PI - Limitador de mínima corriente de campo
T	3	[p.u]	Constante de tiempo del lazo limitador de máxima corriente de campo con retardo
KFI	1	[p.u]	Ganancia del filtro de la corriente de excitación
TFI	0.00202	[s]	Constante de tiempo del filtro de la corriente de excitación
PI_MAXD	-1	[p.u]	Límite inferior del integrador del controlador PI - Limitador de máxima corriente de campo
LIMAXD	-1	[p.u]	Límite inferior del lazo limitador de máxima corriente de campo
PI_MIND	0	[p.u]	Límite inferior del integrador del controlador PI - Limitador de mínima corriente de campo
LIMIND	0	[p.u]	Límite inferior del lazo limitador de mínima corriente de campo
PI_MAXU	0	[p.u]	Límite superior del integrador del controlador PI - Limitador de máxima corriente de campo
LIMAXU	0	[p.u]	Límite superior del lazo Limitador de máxima corriente de campo
PI_MINU	1	[p.u]	Límite superior del integrador del controlador PI - Limitador de mínima corriente de campo
LIMINU	1	[p.u]	Límite superior del lazo Limitador de mínima corriente de campo

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

Diagrama de bloques del limitador LPQ

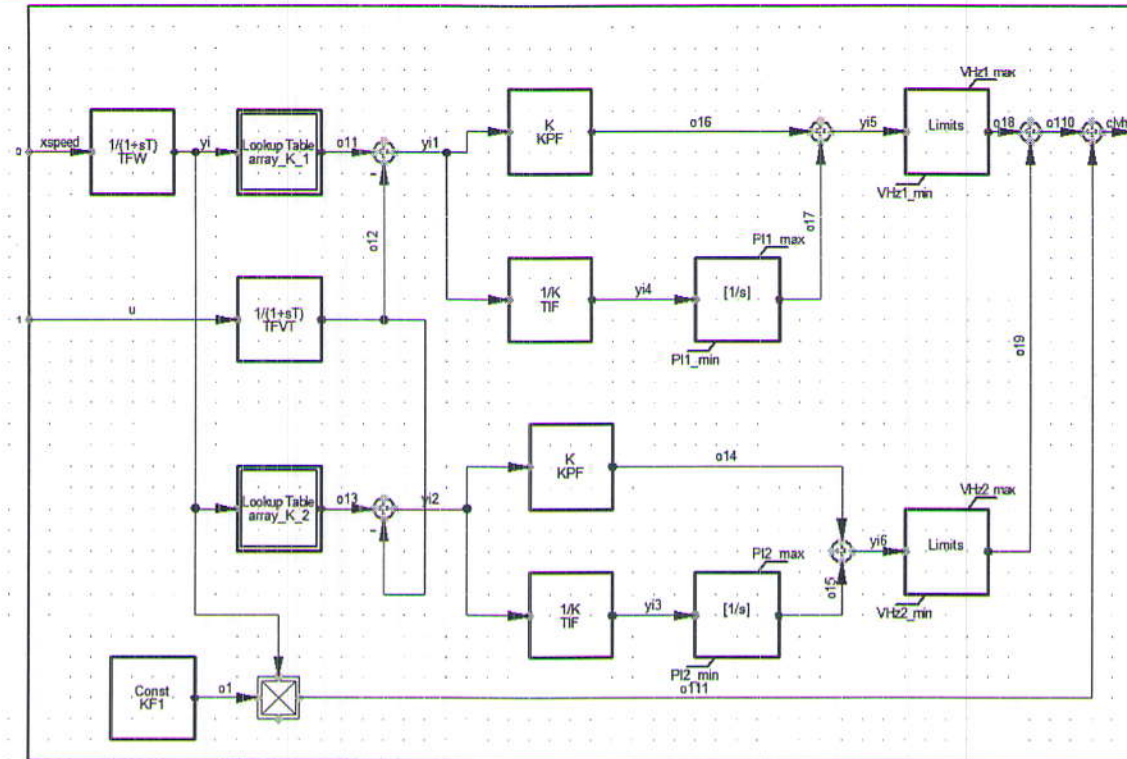


Parámetros del limitador LPQ

	Parameter
►Tut Constante de tiempo del filtro de voltaje [s]	0.0059
Tpe Constante de tiempo del filtro de potencia activa [s]	0.02
Tq Constante de tiempo del filtro de potencia reactiva...	0.02
LSEXq Parámetro Xq [p.u]	1.113
LSEXn Parámetro Xn [p.u]	0.0693
DESW Límite estacionario del ángulo de carga [p.u]	1.29
KPUEB Amplificación proporcional [p.u]	0.1
TIUEB Constante de tiempo integral [p.u]	4.
DESWD Límite diferencial del ángulo de carga [p.u]	2.
KDUEB Amplificación derivativa [p.u]	1.5
TDUEB Constante de tiempo derivativa [p.u]	3.
Flag Define si está activo el limitador []	1.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques del limitador VHz



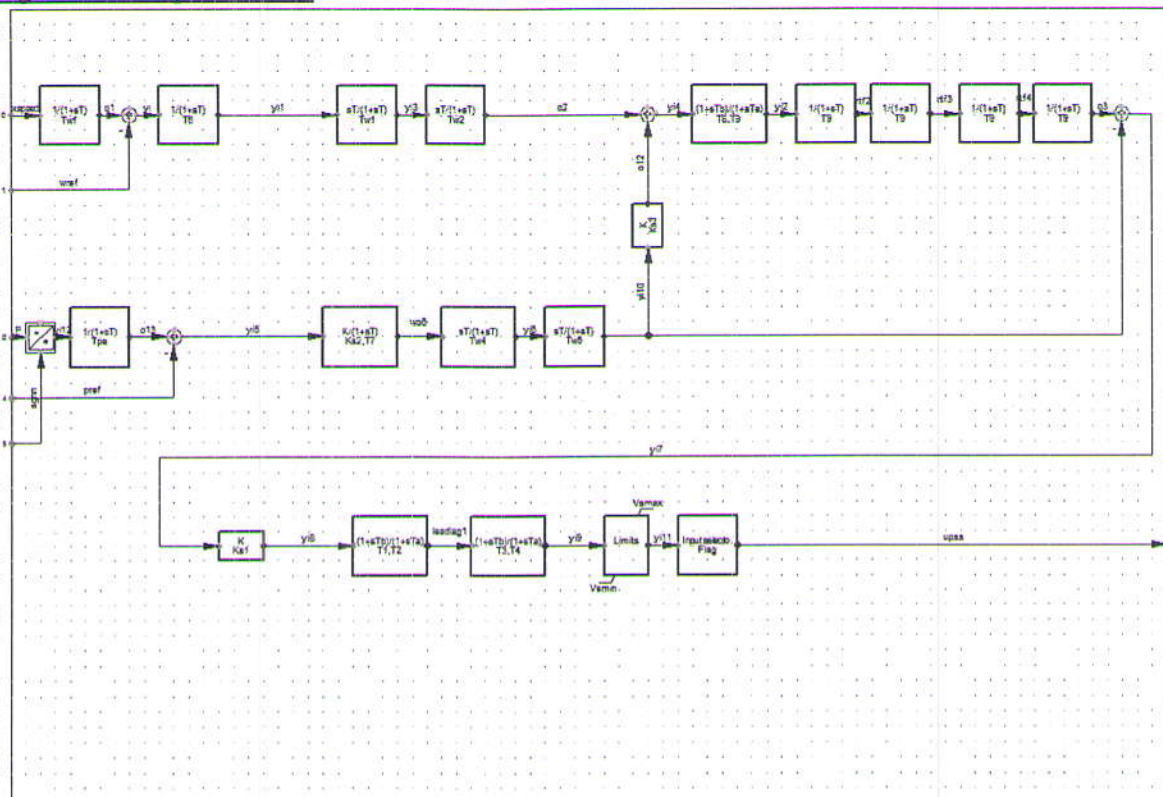
Parámetros del limitador VHz

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
KPF	0	[p.u]	Ganancia proporcional del controlador PI - Lazo frecuencia
TIF	2.49	[s]	Constante de tiempo integral del controlador PI - Lazo frecuencia
KF1	0	[p.u]	ganancia del limitador
TFW	0.02	[s]	Filtro de velocidad
TFVT	0.008	[p.u]	Filtro de la señal de tensión
PI1_min	-0.5	[p.u]	Limitador inferior del integrador del controlador PI - Lazo 1
PI2_min	0	[p.u]	Limitador inferior del integrador del controlador PI - Lazo 2
VHz1_min	-0.5	[p.u]	Limitador inferior del VHz - Lazo 1
VHz2_min	0	[p.u]	Limitador inferior del VHz - Lazo 2
PI1_max	0	[p.u]	Limitador superior del integrador del controlador PI - Lazo 1
PI2_max	0.2	[p.u]	Limitador superior del integrador del controlador PI - Lazo 2
VHz1_max	0	[p.u]	Limitador superior del VHz - Lazo 1
VHz2_max	0.2	[p.u]	Limitador superior del VHz - Lazo 2

K_1_x	K_1_y	K_2_x	K_2_y
0	0	0	0
1	1.0801	1	0.9253

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques del PSS



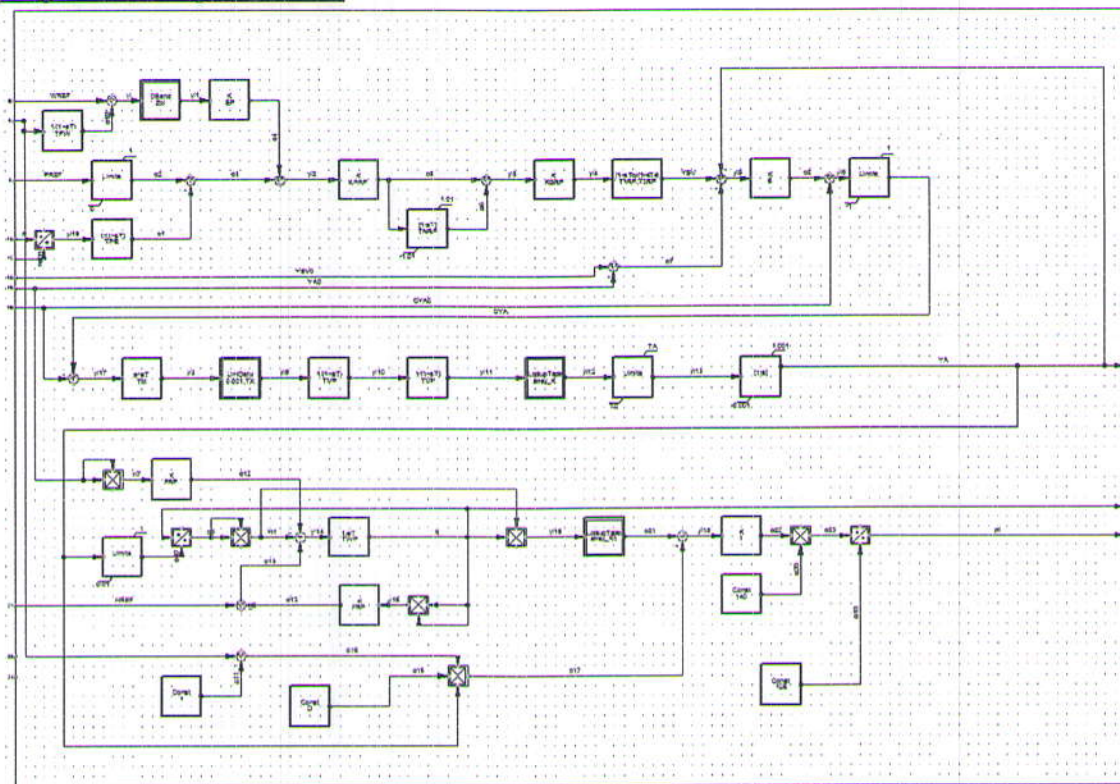
Parámetros del PSS

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
Tw2	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Tpe	0.02	[s]	Constante de tiempo del filtro de potencia eléctrica
T6	0.02	[s]	Constante de tiempo de filtro transductor desviación de frecuencia
Tw1	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Ks2	1	[s]	Ganancia de filtro del PSS
T7	0.0201	[s]	Constante de tiempo de filtro acondicionador de potencia eléctrica
Tw4	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Ks3	1	[p.u]	Factor de acoplamiento de señales
T8	3.2002	[s]	Constante de tiempo de filtro rastreador de rampa
T9	0.6401	[s]	Constante de tiempo de filtro rastreador de rampa
Ks1	0.35	[p.u]	Ganancia del PSS
T1	0.0098	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T2	0.009801	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T3	0.0098	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T4	0.009801	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
Twf	0.02	[s]	Constante de tiempo del filtro de velocidad
Flag	1	[p.u]	Bandera para inhibir o activar operación del PSS

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
Tw5	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Vsmin	-0.01	[p.u]	Mínimo valor de la señal de salida del PSS
Vsmax	0.01	[p.u]	Máximo valor de la señal de salida del PSS

Diagrama de bloques del PCU



Parámetros del PCU

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
ZM	0.001	[pu]	Zona Muerta
TPW	0	[seg]	Constante de tiempo del integrador
EP	20	[pu]	Estatismo
TPE	0.5	[s]	Constante de tiempo del filtro de P
KPRP	1	[pu]	Ganancia
TNRP	10	[seg]	Constante de tiempo del integrador
KGRP	1	[pu]	Ganancia del compensador
T1RP	0	[s]	Constante de tiempo del compensador
T2RP	0.05	[s]	Constante de tiempo del compensador
TM	0.15	[s]	Tiempo Muerto
TVP	0.02	[s]	Consante de tiempo de filtro de válvula piloto
FRP	0	[pu]	Ganancia
TWP	0.04	[s]	Constante de tiempo de integrador
TX	10	[s]	Consante de tiempo del limitador de velocidad
D	0.1	[pu]	Ganancia

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
TC	-0.01087	[pu]	Límite cierre
TA	0.012891	[pu]	Límite apertura

Tabla Zona Muerta y ganancia hidráulica

K_x	K_y
-1.15	-0.028
-0.5	-0.014
-0.02	-0.001
-0.01	-0.0005
0	0
0.01	0.0005
0.02	0.001
0.5	0.014
0.85	0.028

Tabla apertura - Potencia

K1_x	K1_y
0	-0.0414
0.1	0.12714
0.2	0.28248
0.3	0.42462
0.4	0.55356
0.48	0.647208
0.585	0.7573005
0.67	0.835764
0.76	0.908448
0.83	0.957588

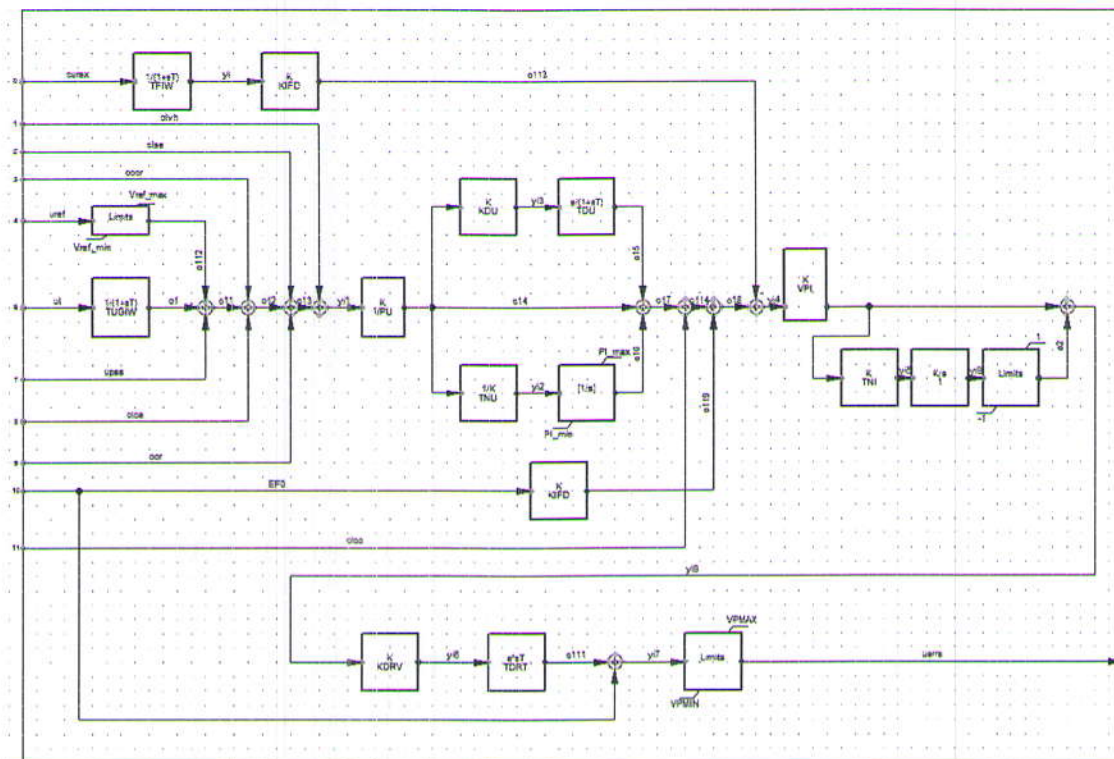
Nota: En Digsilent se construye un arreglo de 1001 datos a partir de la información reportada por el agente para mejorar respuesta inicial del modelo

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Unidad Chivor 3:

Diagrama de bloques del AVR:

RT_Chivor:

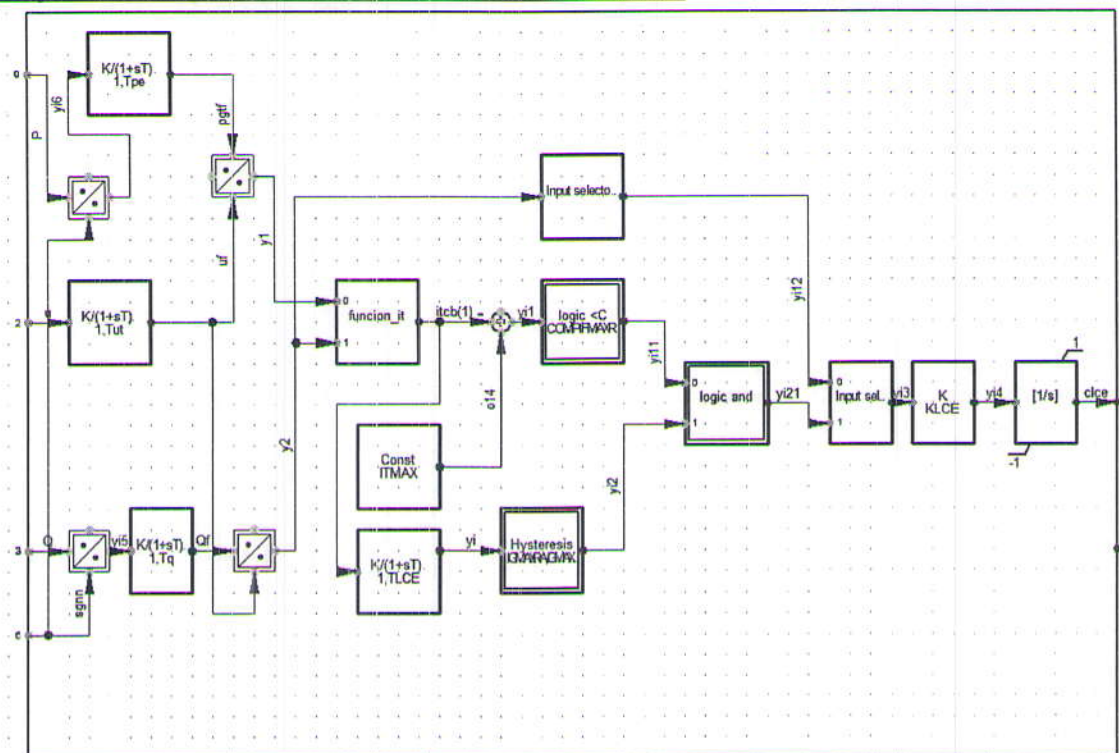


Parámetros del AVR:

	Parameter	
► KID Ganancia del filtro para la medición de la corrient...	1.	▲
VPU Amplificación proporcional [p.u]	6.5	
KDU Amplificación derivativa [p.u]	0.	
TNU Constante de tiempo integral [s]	0.25	
TDU Constante de tiempo derivativa [s]	0.0059	
VPI Amplificación proporcional [p.u]	1.6631	
TNI Constante de tiempo integral [s]	0.	
TFIW Constante de tiempo del filtro para la medición d...	0.00202	
TUGIW Constante de tiempo del filtro para medición de...	0.0059	
KDRV Ganancia del Driver [p.u]	5.5	
TDRT Tiempo muerto [s]	0.001	
Vref_min Limitador inferior de la tensión de referencia [p...	0.9272	
PI_min Limitador inferior del integrador del controlador P...	-0.45	
VPMIN Limitador del Ceiling mínimo [p.u]	-4.84	
Vref_max Limitador superior de la tensión de referencia ...	1.0801	
PI_max Limitador superior del integrador del controlador...	0.45	
VPMAX Limitador del Ceiling máximo [p.u]	5.5	▼

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques del Limitador de Corriente Estática:

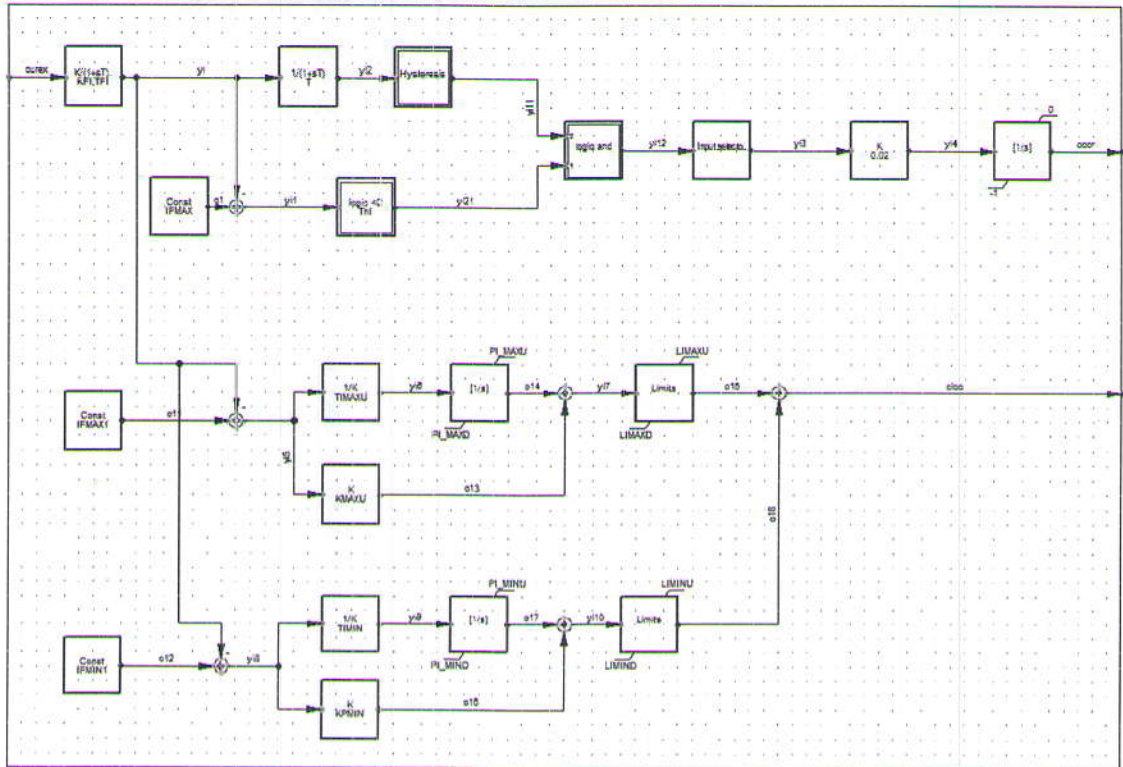


Parámetros del Limitador de Corriente Estática:

	Parameter	
► Tpe	Constante de tiempo del filtro de medicion de Pot...	0.02
Tut	Constante de tiempo del filtro de medicion del volt...	0.0059
Tq	Constante de tiempo del filtro de medicion de Pote...	0.02
ITMAX	Máxima corriente estática [p.u]	1.
TLCE	Retardo [s]	15.
IGMAXRA	Umbral superior [p.u]	-0.015
IGMAXRB	Umbral inferior [p.u]	-0.02
KLCE	Ganancia del LCE [s]	0.025
COMPIMAXR	Comparador [p.u]	-0.015

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques de Limitadores de Corriente de Campo

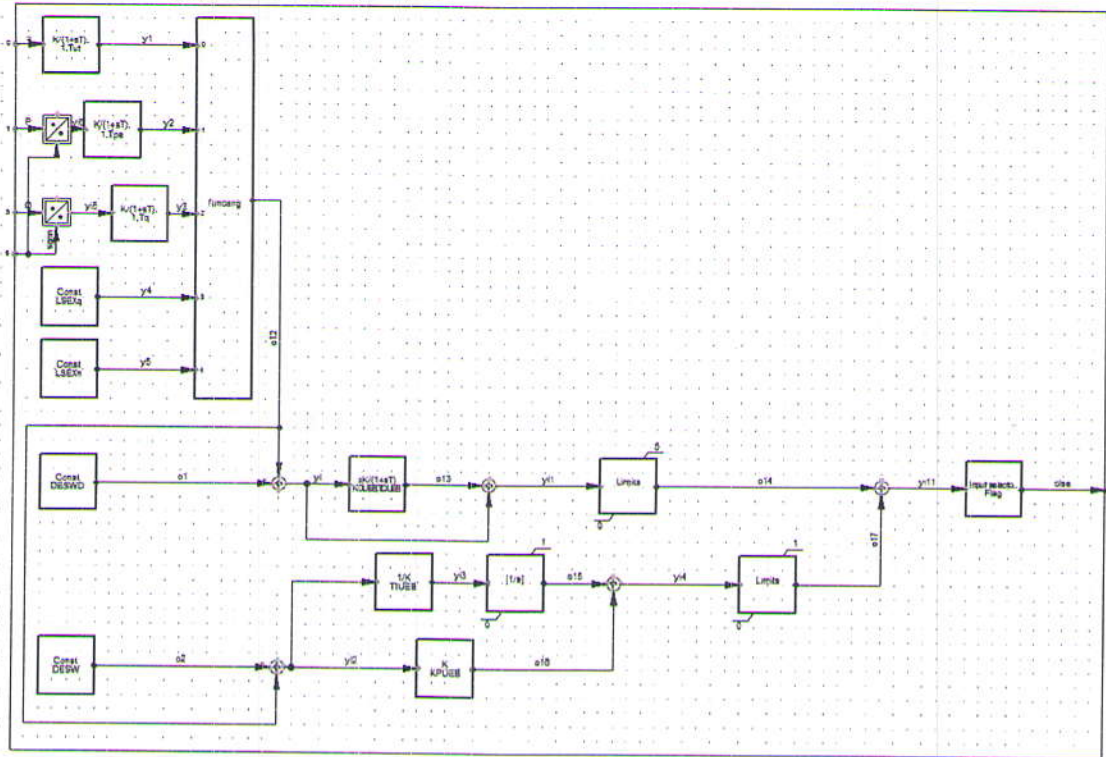


Parámetros de Limitadores de Corriente de Campo

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
IFMAX	2.045	[p.u]	Referencia de máxima corriente de campo con retardo
ThI	-0.03	[p.u]	Comparador
IFMAX1	2.3	[p.u]	Referencia de máxima corriente de campo
KMAXU	3	[p.u]	Ganancia del controlador PI - Limitador de máxima corriente de campo
TIMAXU	0.04	[s]	Constante de tiempo del controlador PI - Limitador de máxima corriente de campo
IFMIN1	0.3	[p.u]	Referencia de mínima corriente de campo
TIMIN	0.0601	[s]	Constante de tiempo del controlador PI - Limitador de mínima corriente de campo
KPMIN	4	[p.u]	Ganancia del controlador PI - Limitador de mínima corriente de campo
T	3	[p.u]	Constante de tiempo del lazo limitador de máxima corriente de campo con retardo
KFI	1	[p.u]	Ganancia del filtro de la corriente de excitación
TFI	0.00202	[s]	Constante de tiempo del filtro de la corriente de excitación
PI_MAXD	-1	[p.u]	Límite inferior del integrador del controlador PI - Limitador de máxima corriente de campo
LIMAXD	-1	[p.u]	Límite inferior del lazo limitador de máxima corriente de campo
PI_MINU	0	[p.u]	Límite inferior del integrador del controlador PI - Limitador de mínima corriente de campo
LIMIND	0	[p.u]	Límite inferior del lazo limitador de mínima corriente de campo
PI_MAXU	0	[p.u]	Límite superior del integrador del controlador PI - Limitador de máxima corriente de campo
LIMAXU	0	[p.u]	Límite superior del lazo Limitador de máxima corriente de campo
PI_MINU	1	[p.u]	Límite superior del integrador del controlador PI - Limitador de mínima corriente de campo
LIMINU	1	[p.u]	Límite superior del lazo Limitador de mínima corriente de campo

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques del limitador LPQ

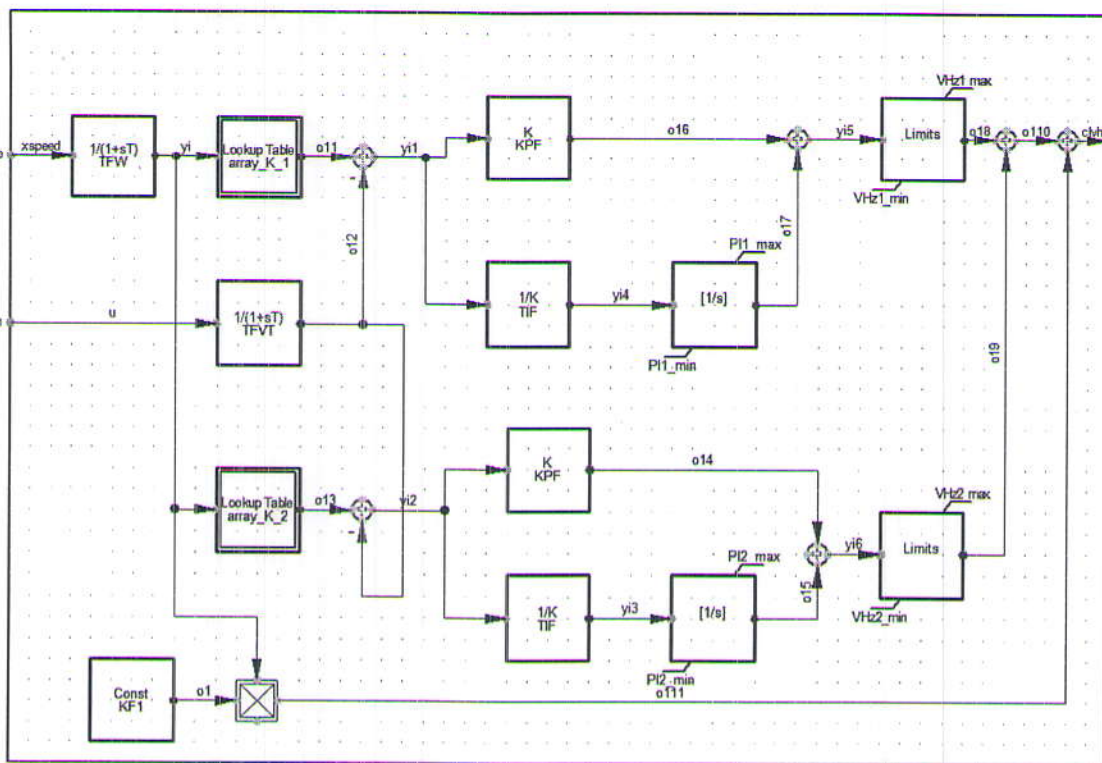


Parámetros del limitador LPQ

	Parameter
Tut Constante de tiempo del filtro de voltaje [s]	0.0059
Tpe Constante de tiempo del filtro de potencia activa [s]	0.02
Tq Constante de tiempo del filtro de potencia reactiva...	0.02
LSEXq Parámetro X_q [p.u]	1.113
LSEXn Parámetro X_n [p.u]	0.0693
DESW Límite estacionario del ángulo de carga [p.u]	1.27
KPUEB Amplificación proporcional [p.u]	0.1
TIUEB Constante de tiempo integral [p.u]	4.
▶ DESWD Límite diferencial del ángulo de carga [p.u]	2.
KDUEB Amplificación derivativa [p.u]	1.5
TDUEB Constante de tiempo derivativa [p.u]	3.
Flag Define si está activo el limitador []	1.

Diagrama de bloques del limitador VHz

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO



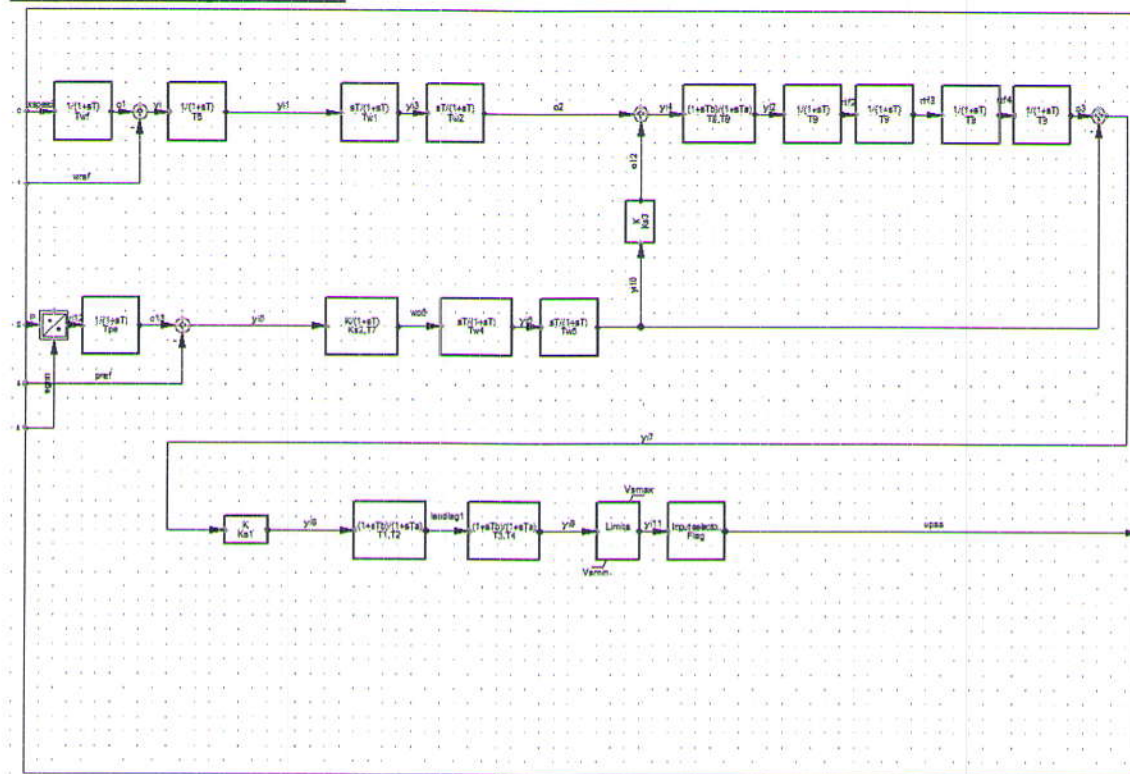
Parámetros del limitador VHz

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
KPF	0	[p.u]	Ganancia proporcional del controlador PI - Lazo frecuencia
TIF	2.49	[s]	Constante de tiempo integral del controlador PI - Lazo frecuencia
KF1	0	[p.u]	ganancia del limitador
TFW	0.02	[s]	Filtro de velocidad
TFVT	0.008	[p.u]	Filtro de la señal de tensión
PI1_min	-0.5	[p.u]	Limitador inferior del integrador del controlador PI - Lazo 1
PI2_min	0	[p.u]	Limitador inferior del integrador del controlador PI - Lazo 2
VHz1_min	-0.5	[p.u]	Limitador inferior del VHz - Lazo 1
VHz2_min	0	[p.u]	Limitador inferior del VHz - Lazo 2
PI1_max	0	[p.u]	Limitador superior del integrador del controlador PI - Lazo 1
PI2_max	0.2	[p.u]	Limitador superior del integrador del controlador PI - Lazo 2
VHz1_max	0	[p.u]	Limitador superior del VHz - Lazo 1
VHz2_max	0.2	[p.u]	Limitador superior del VHz - Lazo 2

K_1_x	K_1_y	K_2_x	K_2_y
0	0	0	0
1	1.0801	1	0.9253

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de bloques del PSS



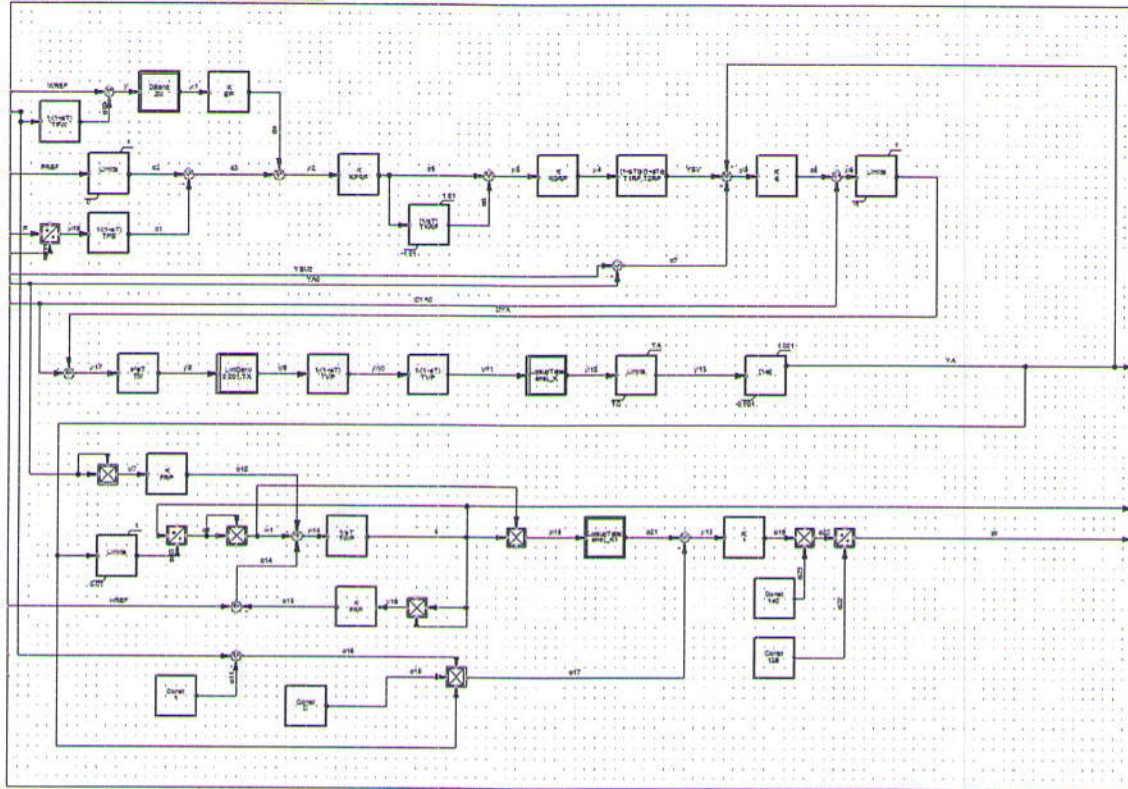
Parámetros del PSS

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
Tw2	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Tpe	0.02	[s]	Constante de tiempo del filtro de potencia eléctrica
T6	0.02	[s]	Constante de tiempo de filtro transductor desviación de frecuencia
Tw1	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Ks2	1	[s]	Ganancia de filtro del PSS
T7	0.0201	[s]	Constante de tiempo de filtro acondicionador de potencia eléctrica
Tw4	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout
Ks3	1	[p.u]	Factor de acoplamiento de señales
T8	3.2002	[s]	Constante de tiempo de filtro rastreador de rampa
T9	0.6401	[s]	Constante de tiempo de filtro rastreador de rampa
Ks1	0.35	[p.u]	Ganancia del PSS
T1	0.0098	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T2	0.009801	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T3	0.0098	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
T4	0.009801	[s]	Constante de tiempo del compensador de fase
Twf	0.02	[s]	Constante de tiempo del filtro de velocidad
Flag	1	[p.u]	Bandera para inhibir o activar operación del PSS
Tw5	4.2202	[s]	Constante de tiempo de filtro washout

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
Vsmin	-0.01	[p.u]	Mínimo valor de la señal de salida del PSS
Vsmax	0.01	[p.u]	Máximo valor de la señal de salida del PSS

Diagrama de Bloques PCU:



Parámetros del PCU

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
ZM	0.001	[pu]	Zona Muerta
EP	20	[pu]	Estatismo
TPE	0.5	[s]	Constante de tiempo del filtro de P
KPRP	1	[pu]	Ganancia
TNRP	10	[seg]	Constante de tiempo del integrador
KGRP	1	[pu]	Ganancia del compensador
T1RP	0	[s]	Constante de tiempo del compensador
T2RP	0.05	[s]	Constante de tiempo del compensador
TM	0.188	[s]	Tiempo Muerto
TVP	0.02	[s]	Consante de tiempo de filtro de válvula piloto
FRP	0	[pu]	Ganancia
TWP	0.04	[s]	Constante de tiempo de integrador
TX	10	[s]	Consante de tiempo del limitador de velocidad
D	0.1	[pu]	Ganancia
TPW	0.034	[seg]	Constante de tiempo del integrador
TC	-0.01288	[pu]	Límite cierre

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
TA	0.020173	[pu]	Límite apertura

Tabla Zona Muerta y ganancia hidráulica

K_x	K_y
-1.15	-0.028
-0.5	-0.014
-0.02	-0.001
-0.01	-0.0005
0	0
0.01	0.0005
0.02	0.001
0.5	0.014
0.85	0.028

Tabla Apertura – Potencia

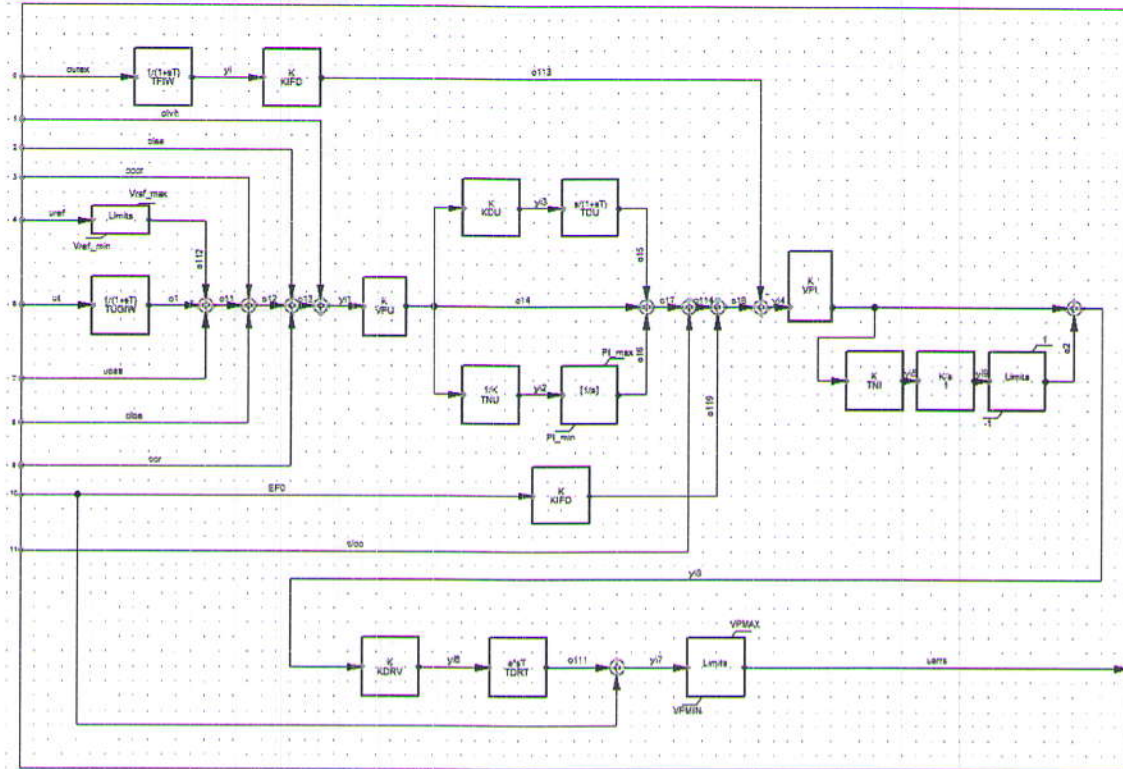
K1_x	K1_y
0	-0.0337
0.1	0.129196
0.2	0.279524
0.3	0.417284
0.4	0.542476
0.48	0.63358064
0.585	0.74094881
0.67	0.81771724
0.76	0.88910416
0.83	0.93758924

Nota: En Digsilent se construye un arreglo de 1001 datos a partir de la información reportada por el agente para mejorar respuesta inicial del modelo

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Unidad Chivor 4:

Diagrama de bloques del AVR:

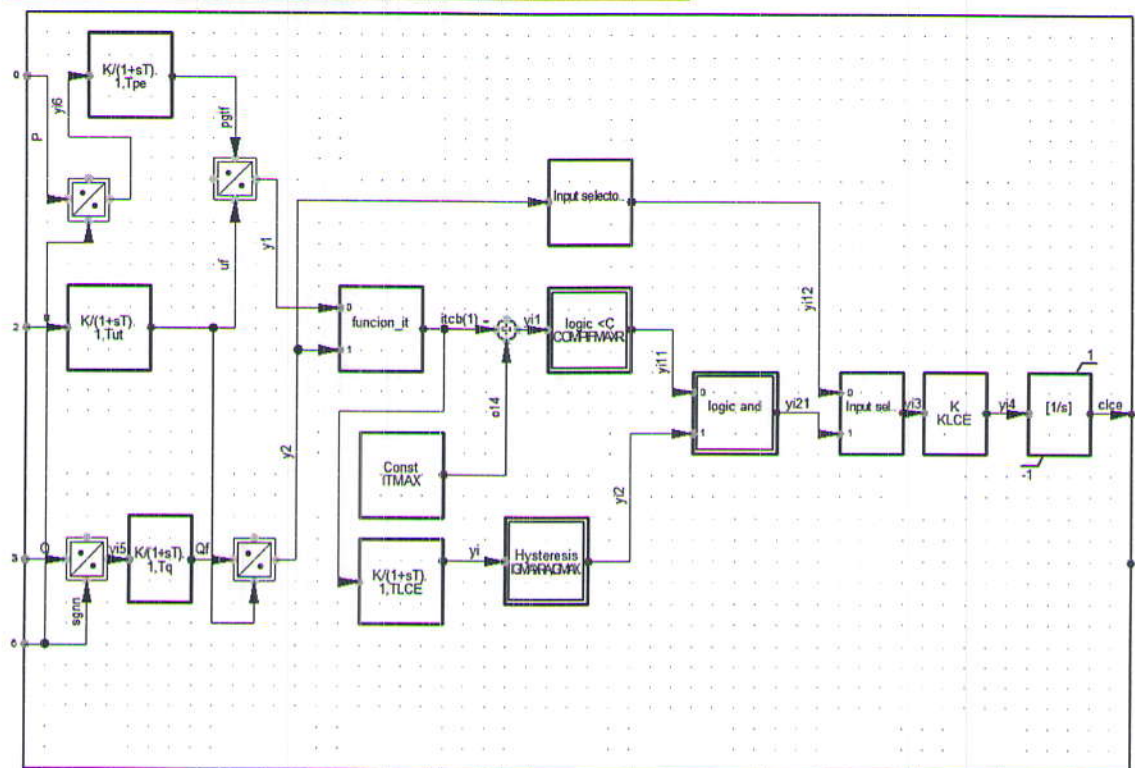


Parámetros del AVR:

	Parameter	
►KIFD Ganancia del filtro para la medición de la corrient...	1.	▲
VPU Amplificación proporcional [p.u]	5.	
KDU Amplificación derivativa [p.u]	0.	
TNU Constante de tiempo integral [s]	0.25	
TDU Constante de tiempo derivativa [s]	0.0059	
VPI Amplificación proporcional [p.u]	3.	
TNI Constante de tiempo integral [s]	0.	
TFIW Constante de tiempo del filtro para la medición d...	0.002	
TUGIW Constante de tiempo del filtro para medición de...	0.0059	
KDRV Ganancia del Driver [p.u]	5.5	
TDRT Tiempo muerto [s]	0.001	
Vref_min Limitador inferior de la tensión de referencia [p...	0.9272	
PI_min Limitador inferior del integrador del controlador P...	-0.45	
VPMIN Limitador del Ceiling mínimo [p.u]	-4.5	
Vref_max Limitador superior de la tensión de referencia ...	1.0801	
PI_max Limitador superior del integrador del controlador...	0.45	
VPMAX Limitador del Ceiling máximo [p.u]	5.	▼

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

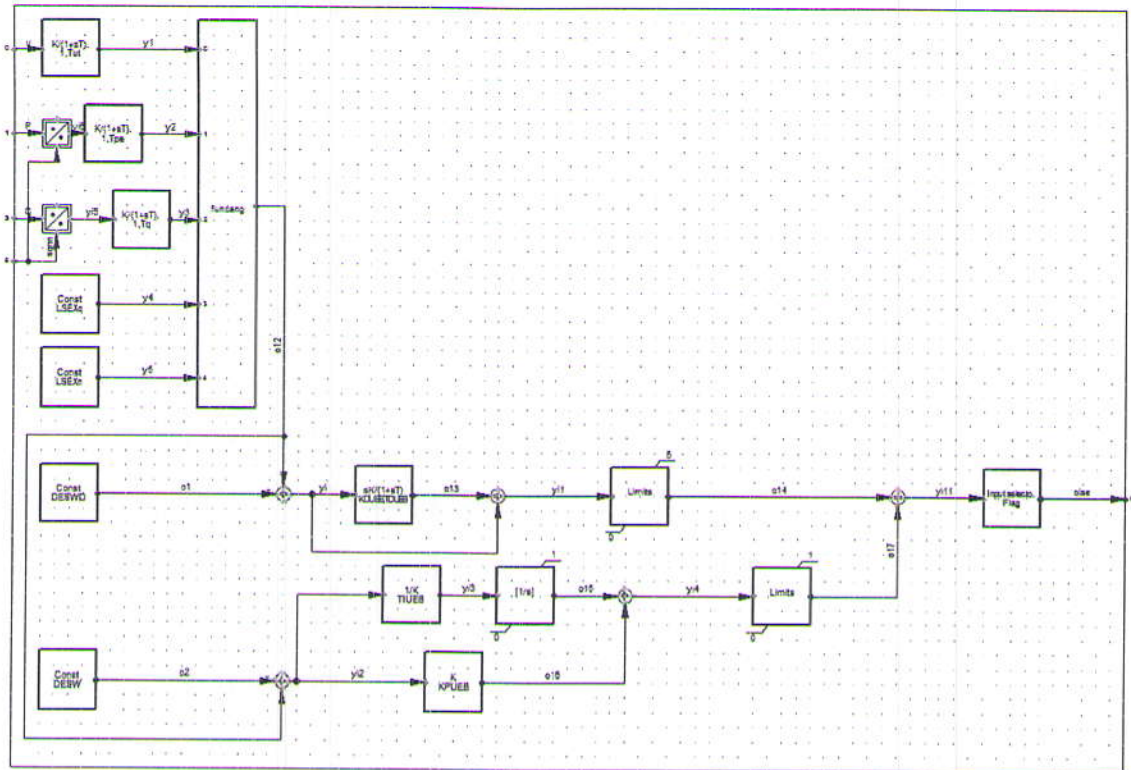
Diagrama de bloques del limitador de Corriente Estática:



Parámetros del Limitador de Corriente Estática:

	Parameter	
►Tpe	Constante de tiempo del filtro de medicion de Pot...	0.02
Tut	Constante de tiempo del filtro de medicion del volt...	0.0059
Tq	Constante de tiempo del filtro de medicion de Pote...	0.02
ITMAX	Máxima comiente estátorica [p.u]	1.
TLCE	Retardo [s]	23.2
IGMAXRA	Umbral superior [p.u]	-0.0085
IGMAXRB	Umbral inferior [p.u]	-0.08
KLCE	Ganancia del LCE [s]	0.025
COMPIFMAXR	Comparador [p.u]	-0.009

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

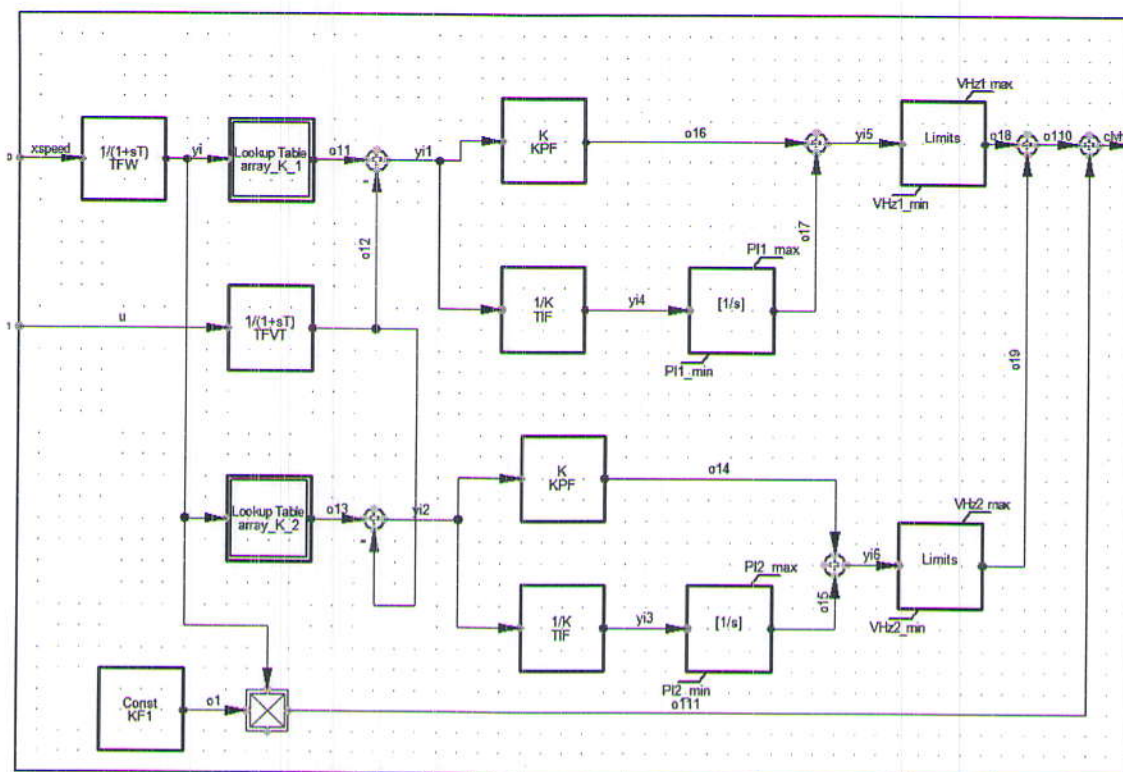


Parámetros del limitador LPQ

	Parameter	
►Tut Constante de tiempo del filtro de voltaje [s]	0.0059	▲
Tpe Constante de tiempo del filtro de potencia activa [s]	0.02	
Tq Constante de tiempo del filtro de potencia reactiva...	0.02	
LSEXq Parámetro Xq [p.u]	1.113	
LSEXn Parámetro Xn [p.u]	0.0693	
DESW Límite estacionario del ángulo de carga [p.u]	1.26	
KPUER Amplificación proporcional [p.u]	0.1	
TUUEB Constante de tiempo integral [p.u]	4.	
DESWD Límite diferencial del ángulo de carga [p.u]	2.	
KDUUEB Amplificación derivativa [p.u]	1.5	
TDUEB Constante de tiempo derivativa [p.u]	3.	
Flag Define si está activo el limitador []	1.	

Diagrama de bloques del limitador VHz

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO



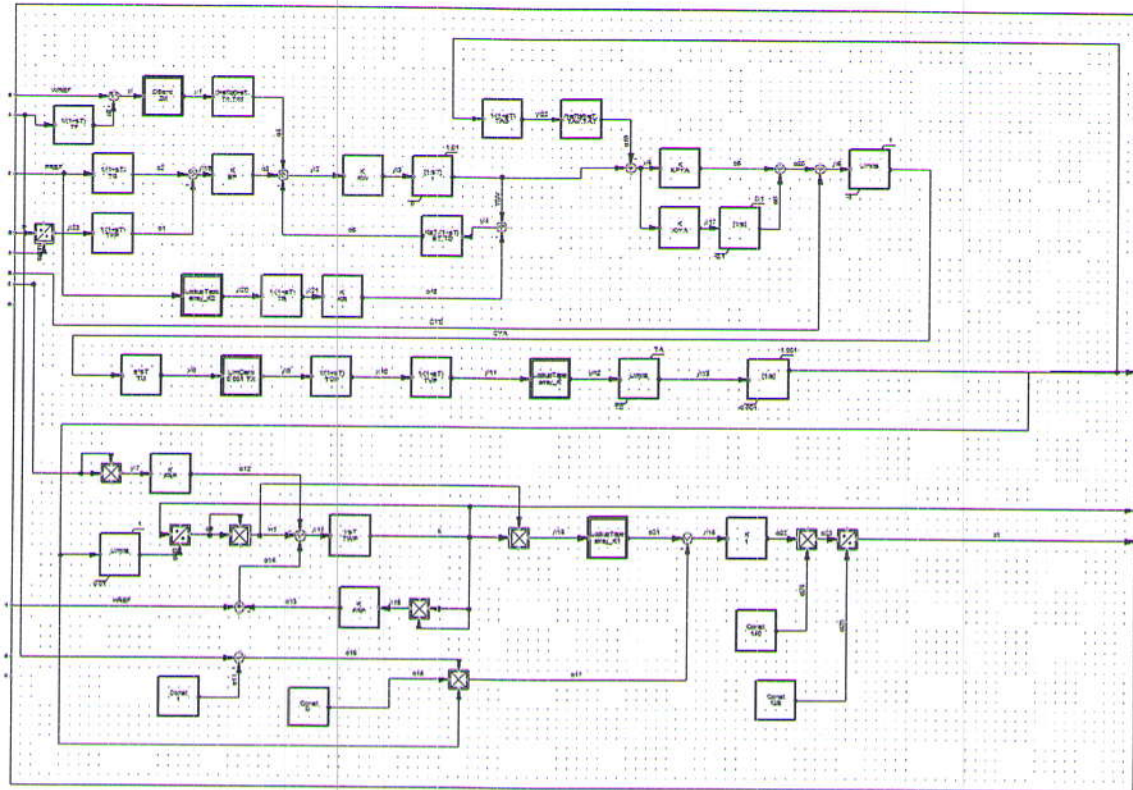
Parámetros del Limitador VHz

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
KPF	0	[p.u]	Ganancia proporcional del controlador PI - Lazo frecuencia
TIF	2.49	[s]	Constante de tiempo integral del controlador PI - Lazo frecuencia
KF1	0	[p.u]	ganancia del limitador
TFW	0.02	[s]	Filtro de velocidad
TFVT	0.008	[p.u]	Filtro de la señal de tensión
PI1_min	-0.5	[p.u]	Limitador inferior del integrador del controlador PI - Lazo 1
PI2_min	0	[p.u]	Limitador inferior del integrador del controlador PI - Lazo 2
VHz1_min	-0.5	[p.u]	Limitador inferior del VHz - Lazo 1
VHz2_min	0	[p.u]	Limitador inferior del VHz - Lazo 2
PI1_max	0	[p.u]	Limitador superior del integrador del controlador PI - Lazo 1
PI2_max	0.2	[p.u]	Limitador superior del integrador del controlador PI - Lazo 2
VHz1_max	0	[p.u]	Limitador superior del VHz - Lazo 1
VHz2_max	0.2	[p.u]	Limitador superior del VHz - Lazo 2

K_1_x	K_1_y	K_2_x	K_2_y
0	0	0	0
1	1.0801	1	0.9253

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Diagrama de Bloques del PCU



Parámetros del PCU

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
ZM	0.0005	[pu]	Zona Muerta
TF	0.034	[seg]	Filtro Pasa baja
Tn	1.8	[s]	Constante de tiempo del acelerómetro
Tn1	0.18	[s]	Constante de tiempo del acelerómetro
TG	3	[s]	Constante de tiempo del filtro
TFP	0.2	[s]	Constante de tiempo del filtro
KW	80	[pu]	Ganancia del servo virtual
KPYA	100	[pu]	Constante proporcional
TM	0.15	[s]	Tiempo muerto
TVP	0.02	[s]	Filtro válvula piloto
FRP	0	[pu]	Ganancia
TWP	0.04	[s]	Constante de tiempo integrador
TX	10	[s]	Constante de tiempo del limitador de tasa
D	0.1	[pu]	Ganancia
BP	0.05	[pu]	Estatismo
BT	0.6	[pu]	Estatismo transitorio
TD	10	[s]	Constante derivativa

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
TR	1.3	[s]	Constante de tiempo del filtro rampeador
KR	1	[pu]	Ganancia del filtro rampeador
TAG	0.005	[s]	Constante de tiempo filtro control posición agujas
TAV	0.035	[s]	Constante de tiempo filtro control posición agujas
TAT	0.01	[s]	Constante de tiempo filtro control posición agujas
KIYA	12	[pu]	Constante integral
TC	-0.00698944	[p.u]	Límite Cierre
TA	0.02910345	[p.u]	Límite Apertura

Tabla Zona Muerta y ganancia hidráulica:

K_x	K_y
-1.15	-0.028
-0.5	-0.014
-0.02	-0.001
-0.01	-0.0005
0	0
0.01	0.0005
0.02	0.001
0.5	0.014
0.85	0.028

Tabla Potencia -Apertura , Apertura - Potencia

K1_x	K1_y	K2_x	K2_y
0	-0.0285	-0.0285	0
0.1	0.130359	0.130359	0.1
0.2	0.276416	0.276416	0.2
0.3	0.409671	0.409671	0.3
0.4	0.530124	0.530124	0.4
0.48	0.617269	0.617269	0.48
0.585	0.7192128	0.7192128	0.585
0.67	0.7914011	0.7914011	0.67
0.76	0.8577542	0.8577542	0.76
0.83	0.9021931	0.9021931	0.83

Nota: En Digsilent se construye un arreglo de 1001 datos a partir de la información reportada por el agente para mejorar respuesta inicial del modelo

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Parámetros de Generador Unidades 1, 2, 3 y 4 de la Central Chivor

Parámetros	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Unidad de medida
Potencia Aparente Nominal - S	140	140	140	140	MVA
Voltaje nominal - Vn	13.8	13.8	13.8	13.8	kV
Factor de potencia - fp	0.9	0.9	0.9	0.9	
Constante de inercia - H	4.455	5.38	5.38	4.375	s
Resistencia de estator - rstr	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	p.u
Reactancia de dispersión - xl	0.1703	0.178	0.178	0.16	p.u
Tipo de de Rotor	Polos salientes	Polos salientes	Polos salientes	Polos salientes	-
Reactancia sincrónica eje directo - Xd	0.9495	0.93	0.93	0.94	p.u
Reactancia sincrónica eje cuadratura - Xq	0.91	0.28	0.28	0.8	p.u
Reactancia transitoria eje directo - X'd	0.181	0.18	0.18	0.19	p.u
Reactancia subtransitoria eje directo - X''d	0.178	0.17957	0.17957	0.17	p.u
Reactancia subtransitoria eje cuadratura - X''q	0.178	0.1796	0.17957	0.17	p.u
Constante de tiempo transitoria de circuito abierto eje directo Td0'	7.5	6.8	6.8	7.45	s
Constante de tiempo subtransitoria de circuito abierto eje directo Td0''	0.002	0.002	0.002	0.02137	s
Constante de tiempo subtransitoria de circuito abierto eje cuadratura Tq0''	0.25	0.2	0.2	0.133	s
Parámetro de saturación a ETERM = 1.0 p.u - S 1.0	0.06321155	0.104057	0.1369606	0.1090877	p.u
Parámetro de saturación a ETERM = 1.2 p.u - S 1.2	0.2402417	0.51268	0.3904053	0.4274472	p.u
Mechanical Damping	0	0	0	0	p.u