



ANEXO

A.1. Central Darío Valencia Samper – Unidad 1

1. Parámetros del Generador

TAG	Descripción	Valor	Unidad
Sn	Potencia aparente nominal	62.5	MVA
Vn	Tensión nominal	13.8	KV
Fp	Factor de potencia nominal	0.8	pu
Xd	Reactancia sincrónica eje directo	1.45	pu
Xq	Reactancia sincrónica eje cuadratura	0.718	pu
Xd'	Reactancia transitoria eje directo	0.315	pu
Td0'	Constante de tiempo transitoria de eje directo	4.99	s
Xd''	Reactancia subtransitoria eje directo	0.2	pu
Xq''	Reactancia subtransitoria eje cuadratura	0.22	pu
Td0''	Constante de tiempo subtransitoria de eje directo	0.035	s
Tq0''	Constante de tiempo subtransitoria de eje cuadratura	0.064	s
Xl	Reactancia de dispersión	0.08	pu
S1.0	Parámetro de saturación a ETERM = 1.0 pu	0.16	pu
S1.2	Parámetro de saturación a ETERM = 1.2 pu	0.26	pu
IFDbas	Corriente de campo base	323	A
TG	Tipo de Generador (Liso / Saliente)	Saliente	-
TSAT	Tipo de saturación	Cuadrática	-
IFDnom	Corriente de campo nominal	710	A
IFDmin	Corriente de campo mínima	142	A
H	Constante de Inercia	3.17	s

Tabla 1. Parámetros del Generador

2. Modelo del Sistema de Excitación

2.1 Modelo del AVR

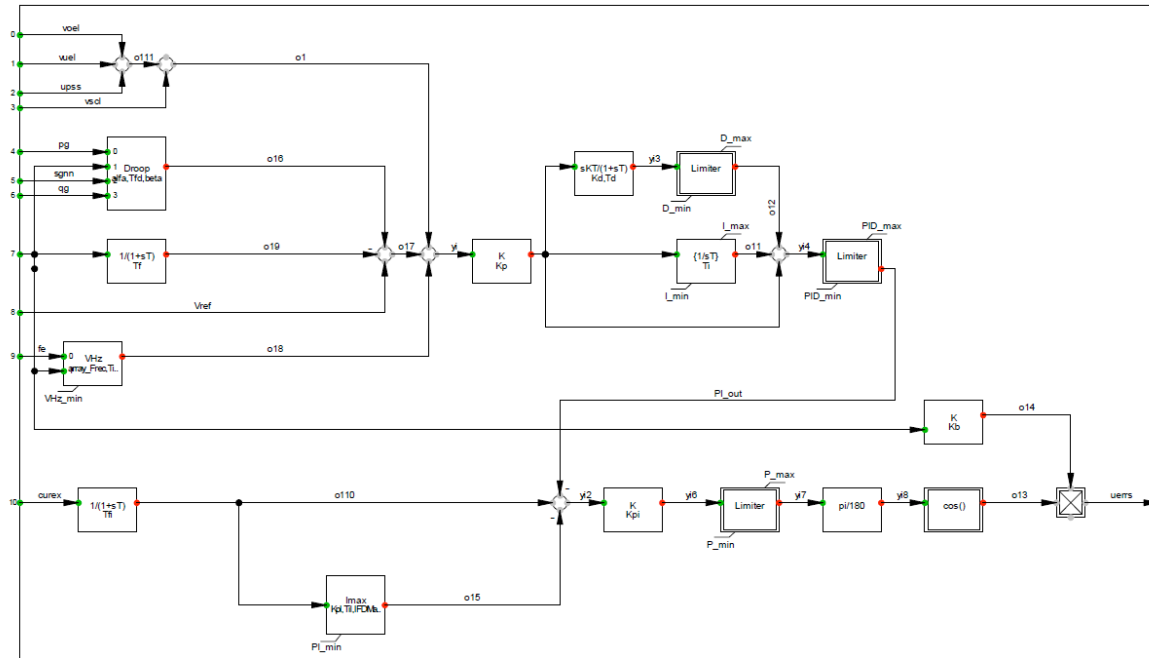


Figura 1. Diagrama de bloques del AVR

	Parameter
Tf Cte. de tiempo medicion V [s]	0,01
TiVHz Constante de tiempo I VHz [seg]	0.9375
Tfi Cte. de tiempo medicion I [s]	0,
Kp Ganancia proporcional PID tension [pu]	23,
Kb Ganancia puente [pu]	5,586
Kpi Ganancia proporcional P corriente [pu]	320,
Ti Cte. de tiempo integral PID tension [pu]	0,7
Kd Ganancia derivativa PID tension [pu]	0,
Td Cte. de tiempo derivativa PID tension [pu]	0,0073
Kpl Ganancia proporcional PI Imax [pu]	4,
Til Constante de tiempo PI Imax [seg]	0,06
IFDMax Limite instantaneo de corriente de campo [pu]	2.41818
alfa Droop P [pu]	0,
Tfd Constante de tiempo Droop [seg]	0,002
beta Droop Q [pu]	-0,0498
VHz_min Limite inferior VHz [pu]	-0,9
D_min Lim. inf. derivativo [pu]	0,
PID_min Lim. inf. PID [pu]	-1600,
P_min Angulo minimo de disparo [°]	4,55
I_min Lim. inf. integral [pu]	-20,
PI_min Limite PI Imax [pu]	-71,2
D_max Lim. sup. derivativo [pu]	2,1959
PID_max Lim. sup. PID [pu]	2,1959
P_max Angulo maximo de disparo [°]	166,5
I_max Lim. sup. integral [pu]	2,1959

Tabla 2. Parámetros del AVR

2.2 Modelo del limitador V/Hz

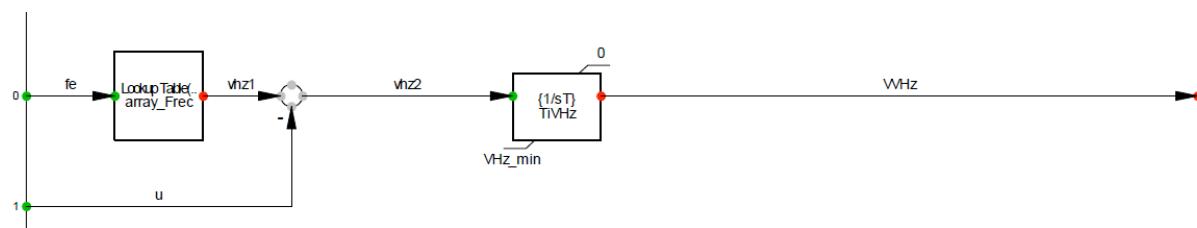


Figura 2. Diagrama de bloques del Limitador V/Hz

	Frec_x	Frec_y
► Size	3,	0,
1	0,	0,
2	1,	1,08
3	2,	1,08

Tabla 3. Parámetros del Limitador V/Hz

2.3 Modelo del OEL Instantáneo

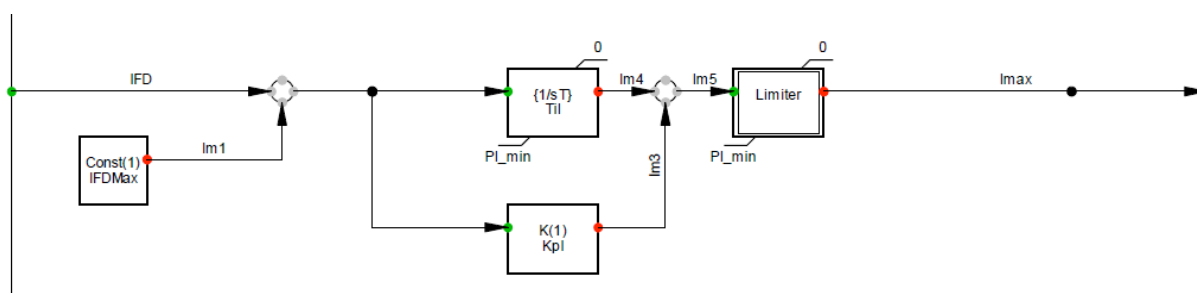


Figura 3. Diagrama de bloques del OEL instantáneo

*Los parámetros se encuentran también en la *Tabla 2 – Parámetros del AVR*.

2.4 Modelo del OEL Temporizado

	Parameter
► T Cte. de temporizacion [s]	14,99
IPMAXV Umbral de corriente OEL temporizado [pu]	2.3
Ti Ganancia OEL temporizado [pu]	100,
IPZONE Histeresis OEL temporizado [pu]	0,99
y_min Limite inferior OEL temporizado [pu]	-10,

Tabla 4. Parámetros del OEL temporizado

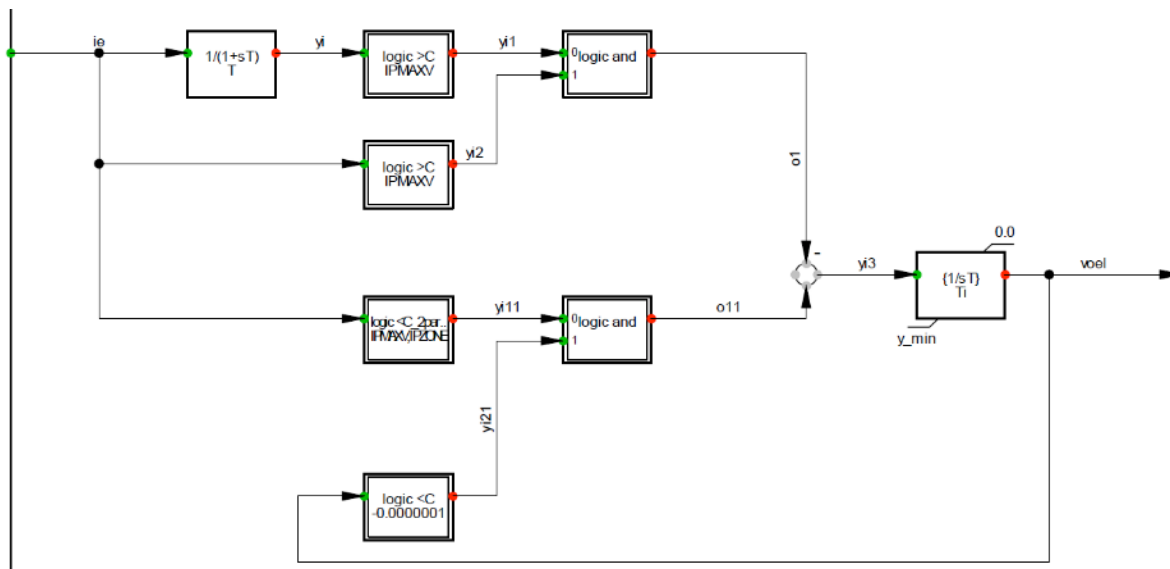


Figura 4. Diagrama de bloques del OEL temporizado

2.5 Modelo del UEL

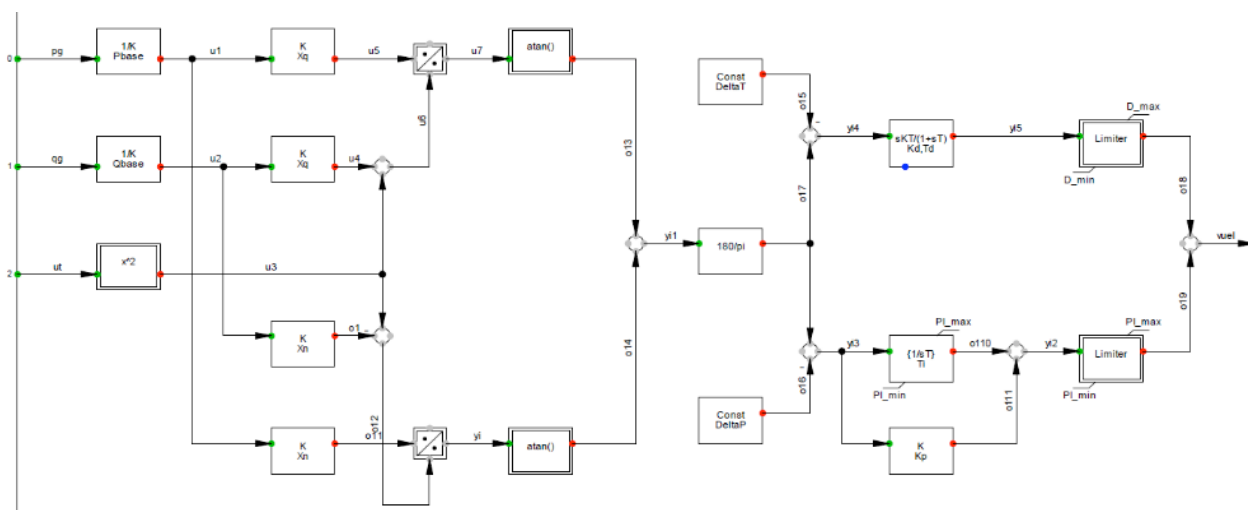


Figura 5. Diagrama de bloques del UEL

	Parameter
► Pbase Potencia Activa base [MW]	62,5
Qbase Potencia Reactiva base [MVar]	62,5
Xq Reactancia en cuadratura [pu]	2.97
Xn Reactancia de vinculacion [pu]	0,1001
Kd Ganancia derivativa UEL [pu]	1,5
Td Cte. de tiempo derivativa UEL [pu]	0,1001
Ti Cte. de tiempo integral UEL [pu]	200,
Kp Ganancia proporcional UEL [pu]	0,001001
DeltaP Angulo estacionario limite [°]	- 79.5
DeltaT Angulo temporal limite [°]	- 70.0
D_min Lim. inf. derivativo [pu]	0,
PI_min Lim. inf. PI [pu]	0,
D_max Lim. sup. derivativo [pu]	14,
PI_max Lim. sup. PI [pu]	14,

Tabla 5. Parámetros del UEL

3. Modelo del PSS

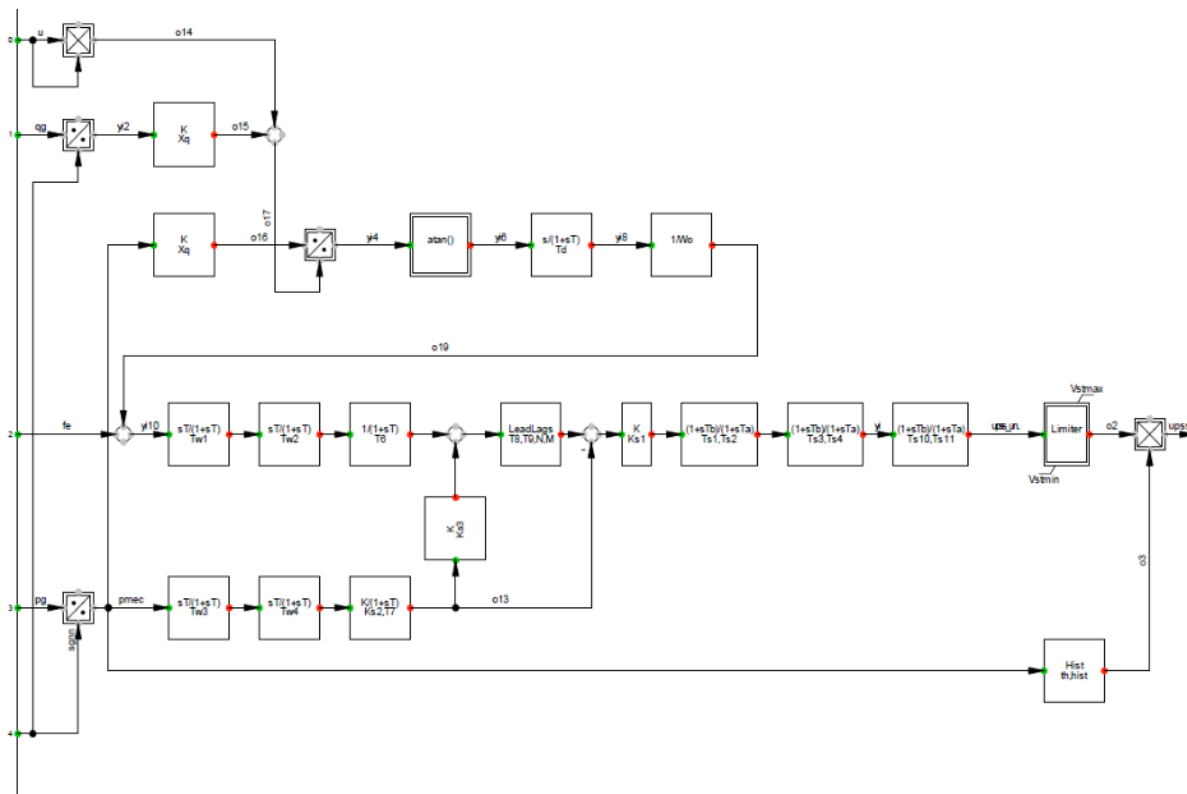


Figura 6. Diagrama de bloques del PSS

	Parameter
► Tw1 1st Washout 1th Time Constant [s]	5,
Tw2 1st Washout 2th Time Constant [s]	5,
Td Cte de tiempo derivador slip [s]	0,02
T6 1st Signal Transducer Time Constant [s]	0,02
Tw3 2nd Washout 1th Time Constant [s]	5,
Tw4 2nd Washout 2th Time Constant [s]	5,
Ks2 2nd Signal Transducer Factor [pu]	0,7837
T7 2nd Signal Transducer Time Constant [s]	5,
Ks3 Washouts Coupling Factor [pu]	1,
Ks1 PSS Gain [pu]	1,001
Xq Reactancia para slip [pu]	0,6602
Ts1 1st Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,0601
Ts2 1st Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,0103
Ts3 2nd Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,0601
Ts4 2nd Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,0103
T8 Ramp Tracking Filter Deriv. Time Constant [s]	0,4
T9 Ramp Tracking Filter Delay Time Constant [s]	0,1
N Ramp Tracking Filter [-]	1,
M Ramp Tracking Filter [-]	4,
Ts10 3rd Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,21
Ts11 3rd Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,71
th Umbral de activacion PSS [pu]	0,5
hist Histeresis de activacion PSS [pu]	0,05
Vstmin Controller Minimum Output [pu]	-0,1001
Vstmax Controller Maximum Output [pu]	0,1001

Tabla 6. Parámetros del PSS

4. Modelo de las Conducciones Hidráulicas

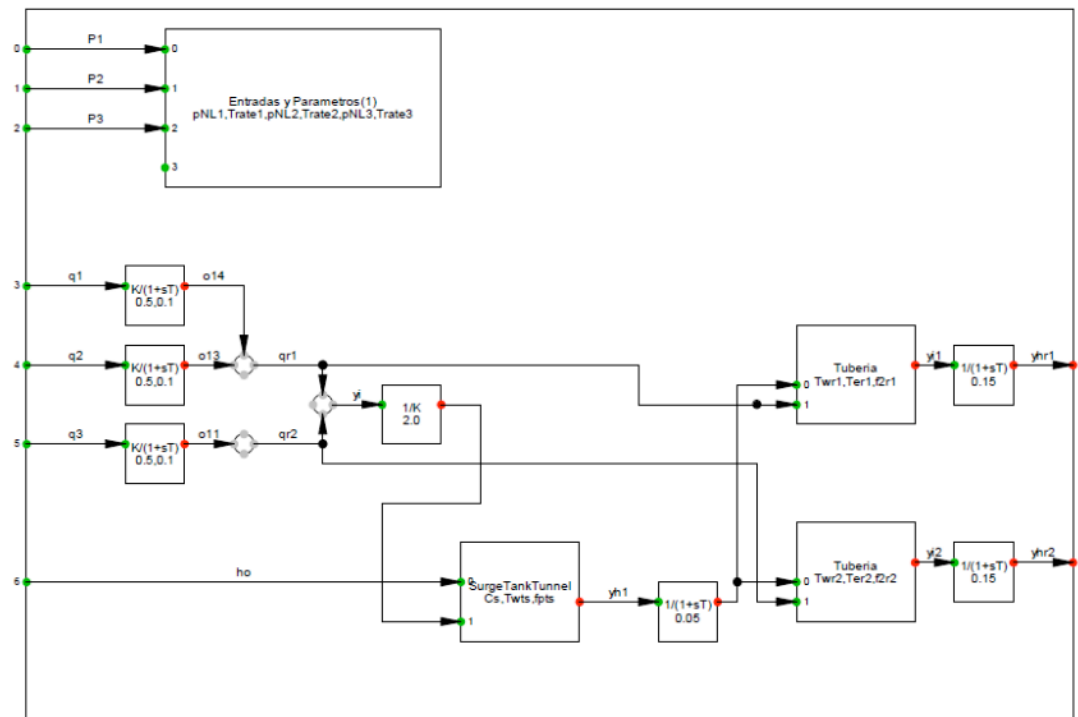


Figura 7. Diagrama de bloques de la Conducción

	Parameter
► pNL1 Caudal de vacío Unidad 1 [pu]	0,04
Trate1	50,
pNL2 Caudal de vacío Unidad 2 [pu]	0,04
Trate2	50,
pNL3 Caudal de vacío Unidad 3 [pu]	0,04
Trate3	50,
Twr1 Tw ramal 1 [seg]	2,89
Ter1 Te ramal 1 [seg]	3,0627
f2r1 Coeficiente de rozamiento ramal 1 [pu]	0,025
Twr2 Tw ramal 2 [seg]	2,89
Ter2 Te ramal 2 [seg]	3,0627
f2r2 Coeficiente de rozamiento ramal 2 [pu]	0,025
Cs Capacidad Surge Tank [1/seg]	454,77
Twts Tw tunel [seg]	1,9269
fpts Coeficiente de rozamiento tunel [pu]	0,025

Tabla 7. Parámetros de la Conducción

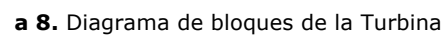
5. Modelo de la Turbina

	PosPmech_x	PosPmech_y
► Size	15,	15,
1	0,	0,
2	0,05	0,1056
3	0,1	0,2064
4	0,2	0,3743
5	0,3	0,528
6	0,33	0,576
7	0,4	0,6816
8	0,5	0,7792
9	0,55	0,8448
10	0,59	0,8851
11	0,65	0,9456
12	0,7	0,96
13	0,8	0,9696
14	0,9	0,9792
15	1,	0,9888

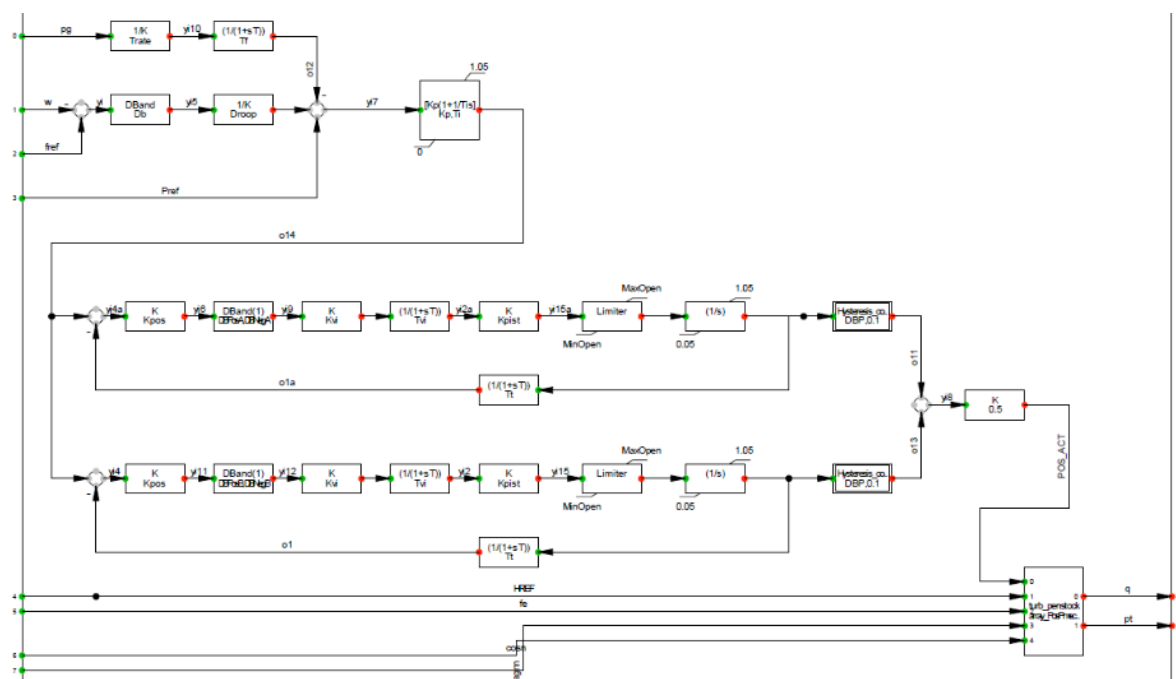
Tabla 8. Característica de la Válvula

Trate Potencia nominal de turbina [MW]	50,
pNL Potencia de vacío [pu]	0,04
Tw Constante de tiempo del agua [seg]	0,012
D Constante de turbina [pu]	0,

Tabla 9. Parámetros de la Turbina



6. Modelo del Regulador de Velocidad



► Kpist Ganancia posicionador [pu]	0,02
Kpos Ganancia ctrl. de posicion [pu]	10,
Kvi Cte. valvula intermedia [pu]	2,
Tt Cte tiempo transductor de posicion [s]	0,05
Tf Cte. de tiempo filtro potencia [s]	3,5
Tvi Cte. tiempo valvula intermedia [pu]	0,8
DBP Banda muerta posicion [pu]	0,
Droop Estatismo [pu/pu]	0,043
Trate Potencia nominal de turbina [MW]	50,
DBPosA Banda Muerta Pos Agi 1 - Pos [pu]	0,
DBNegA Banda Muerta Pos Agi 1 - Neg [pu]	0,
DBPosB Banda Muerta Pos Agi 2 - Pos [pu]	0,
DBNegB Banda Muerta Pos Agi 2 - Neg [pu]	0,
Db Banda muerta frecuencia [pu]	0,0005
Kp Ganancia proporcional ctrl. potencia [pu]	0,24
Ti Cte. tiempo integral ctrl. potencia [s]	12,
Slope Rate limit Consigna Posicion [pu/s]	0,003
Start Fin Rate limit Consigna Posicion [pu]	0,2
MinOpen Lim Inf [pu]	-0,0125
MaxOpen Lim Sup [pu]	0,025

Tabla 10. Parámetros del Regulador de Velocidad

A.2. Central Darío Valencia Samper – Unidad 2

1. Parámetros del Generador

TAG	Descripción	Valor	Unidad
Sn	Potencia aparente nominal	62.5	MVA
Vn	Tensión nominal	13.8	KV
fp	Factor de potencia nominal	0.8	pu
Xd	Reactancia sincrónica eje directo	1.45	pu
Xq	Reactancia sincrónica eje cuadratura	0.718	pu
Xd'	Reactancia transitoria eje directo	0.315	pu
Td0'	Constante de tiempo transitoria de eje directo	4.99	s
Xd''	Reactancia subtransitoria eje directo	0.2	pu
Xq''	Reactancia subtransitoria eje cuadratura	0.22	pu
Td0''	Constante de tiempo subtransitoria de eje directo	0.035	s
Tq0''	Constante de tiempo subtransitoria de eje cuadratura	0.064	s
Xl	Reactancia de dispersión	0.1	pu
S1.0	Parámetro de saturación a ETERM = 1.0 pu	0.16	pu
S1.2	Parámetro de saturación a ETERM = 1.2 pu	0.33	pu
IFDbas	Corriente de campo base	318	A
TG	Tipo de Generador (Liso / Saliente)	Saliente	-
TSAT	Tipo de saturación	Cuadrática	-
IFDnom	Corriente de campo nominal	710	A
IFDmin	Corriente de campo mínima	142	A
H	Constante de Inercia	3.17	s

Tabla 1. Parámetros del Generador

2. Modelo del Sistema de Excitación

2.1 Modelo del AVR

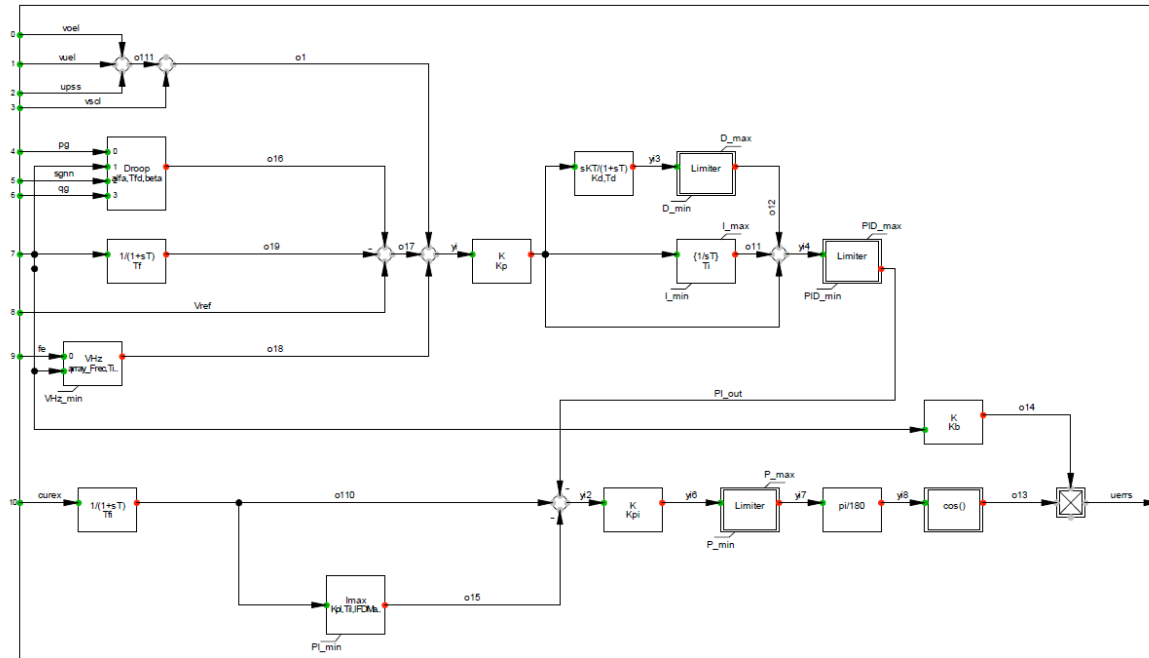


Figura 1. Diagrama de bloques del AVR

	Parameter
T_f Cte. de tiempo medicion V [s]	0,01
T_{VHz} Constante de tiempo I VHz [seg]	0,9375
T_{fi} Cte. de tiempo medicion I [s]	0,
K_p Ganancia proporcional PID tension [pu]	23,
K_b Ganancia puente [pu]	5,586
K_{pi} Ganancia proporcional P corriente [pu]	320,
T_i Cte. de tiempo integral PID tension [pu]	0,7
K_d Ganancia derivativa PID tension [pu]	0,
T_d Cte. de tiempo derivativa PID tension [pu]	0,0073
K_{pi} Ganancia proporcional PI Imax [pu]	4,
T_{il} Constante de tiempo PI Imax [seg]	0,06
IFDMax Limite instantaneo de corriente de campo [pu]	2,41818
alfa Droop P [pu]	0,
T_{fd} Constante de tiempo Droop [seg]	0,002
beta Droop Q [pu]	0,
VHz_min Limite inferior VHz [pu]	-0,9
D_{min} Lim. inf. derivativo [pu]	0,
PID_min Lim. inf. PID [pu]	-1600,
P_{min} Angulo minimo de disparo [°]	4,55
I_{min} Lim. inf. integral [pu]	-20,
PI_min Limite PI Imax [pu]	-71,2
D_{max} Lim. sup. derivativo [pu]	2,195
PID_max Lim. sup. PID [pu]	2,195
P_{max} Angulo maximo de disparo [°]	166,5
I_{max} Lim. sup. integral [pu]	2,195

Tabla 2. Parámetros del AVR

2.2 Modelo del limitador V/Hz

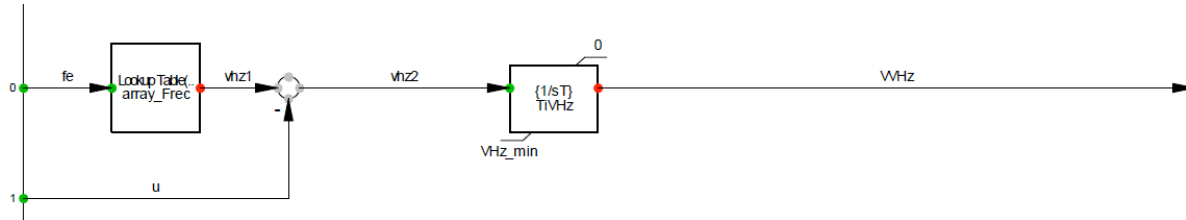


Figura 2. Diagrama de bloques del Limitador V/Hz

	Frec_x	Frec_y
► Size	3,	0,
1	0,	0,
2	1,	1,08
3	2,	1,08

Tabla 3. Parámetros del Limitador V/Hz

2.3 Modelo del OEL Instantáneo

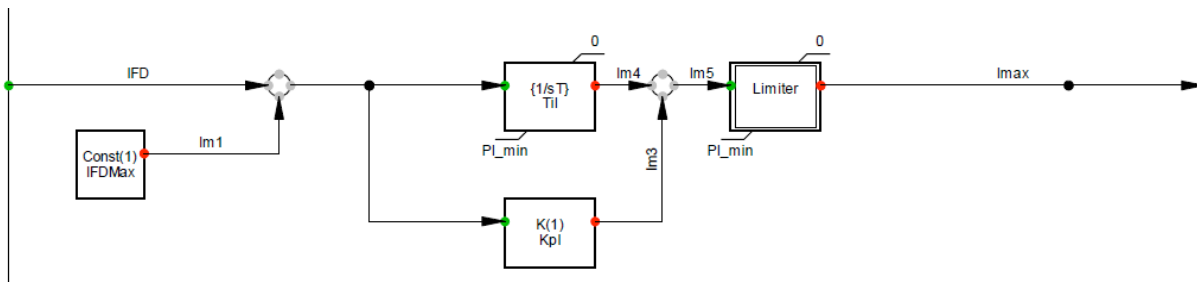


Figura 3. Diagrama de bloques del OEL instantáneo

*Los parámetros se encuentran también en la *Tabla 2 – Parámetros del AVR*.

2.4 Modelo del OEL Temporizado

	Parameter
► T Cte. de temporizacion [s]	14,99
IPMAXV Umbral de corriente OEL temporizado [pu]	2.33
Ti Ganancia OEL temporizado [pu]	100,
IPZONE Histeresis OEL temporizado [pu]	0,99
y_min Limite inferior OEL temporizado [pu]	-10,

Tabla 4. Parámetros del OEL temporizado

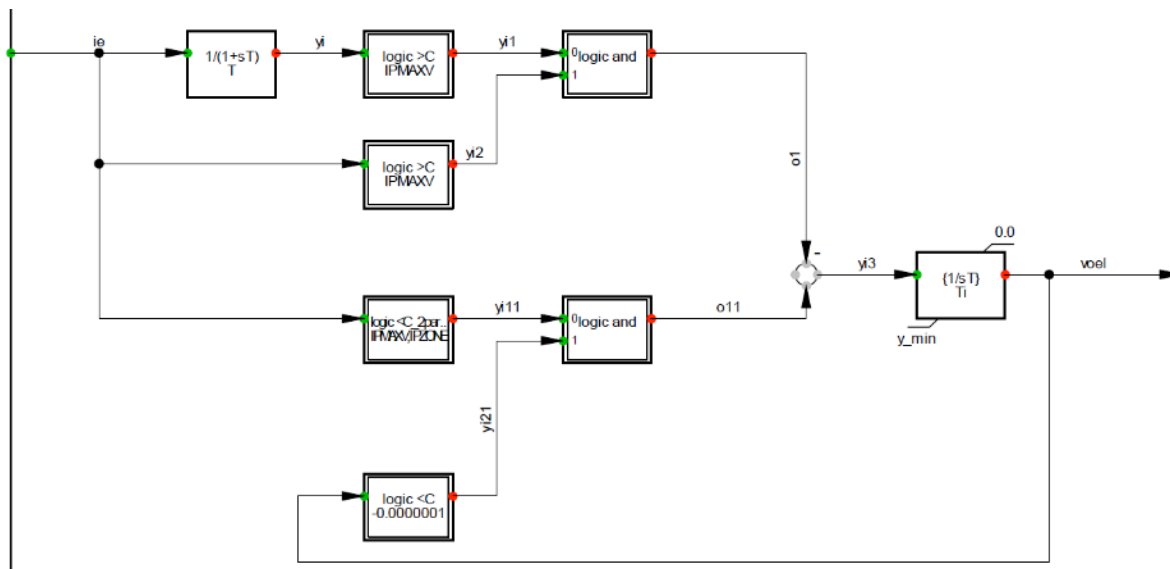


Figura 4. Diagrama de bloques del OEL temporizado

2.5 Modelo del UEL

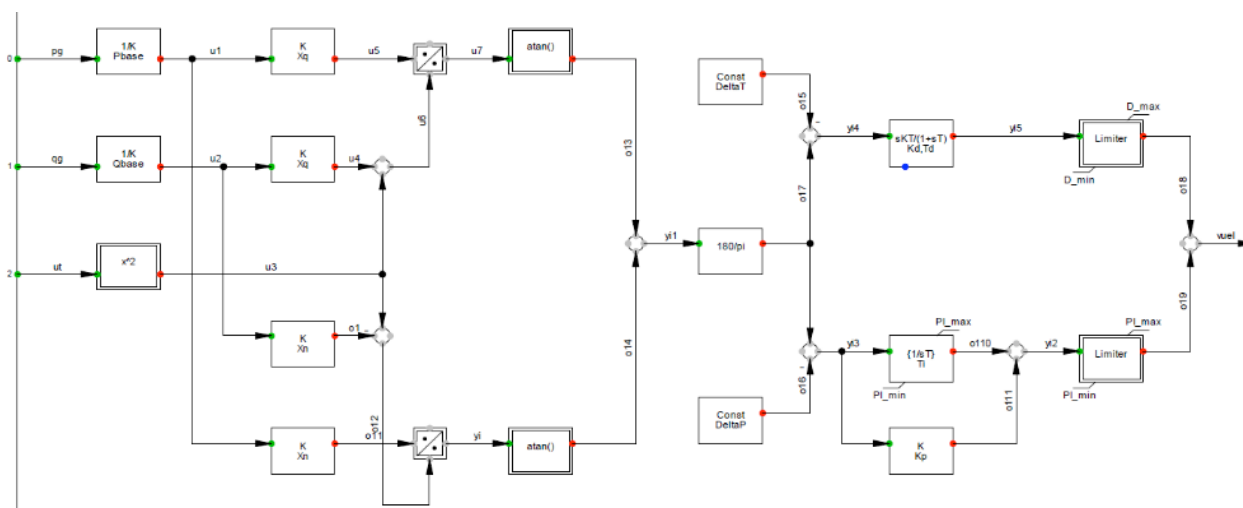


Figura 5. Diagrama de bloques del UEL

	Parameter
► Pbase Potencia Activa base [MW]	62,5
Qbase Potencia Reactiva base [MVar]	62,5
Xq Reactancia en cuadratura [pu]	2.97
Xn Reactancia de vinculacion [pu]	0,1001
Kd Ganancia derivativa UEL [pu]	1,5
Td Cte. de tiempo derivativa UEL [pu]	0,1001
Ti Cte. de tiempo integral UEL [pu]	200,
Kp Ganancia proporcional UEL [pu]	0,001001
DeltaP Angulo estacionario limite [°]	- 79.5
DeltaT Angulo temporal limite [°]	- 70.0
D_min Lim. inf. derivativo [pu]	0,
PI_min Lim. inf. PI [pu]	0,
D_max Lim. sup. derivativo [pu]	14,
PI_max Lim. sup. PI [pu]	14,

Tabla 5. Parámetros del UEL

3. Modelo del PSS

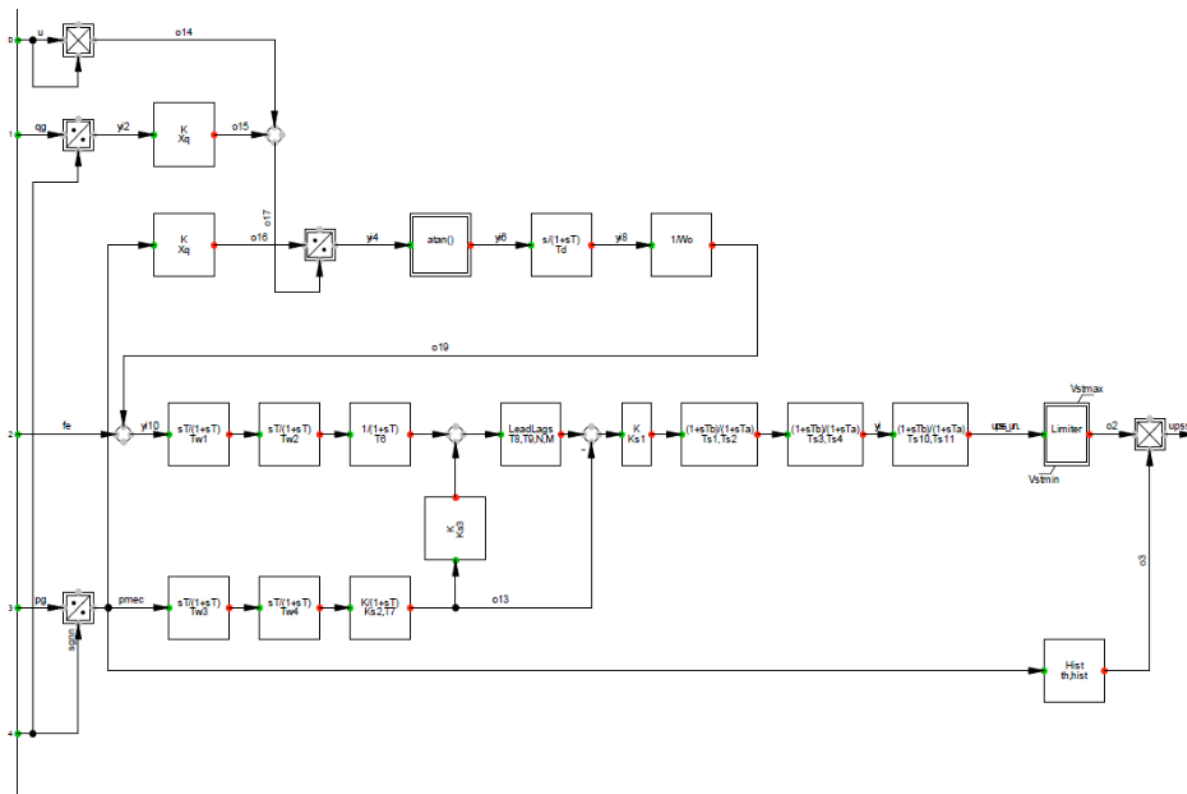


Figura 6. Diagrama de bloques del PSS

	Parameter
► Tw1 1st Washout 1th Time Constant [s]	5,
Tw2 1st Washout 2th Time Constant [s]	5,
Td Cte de tiempo derivador slip [s]	0,02
T6 1st Signal Transducer Time Constant [s]	0,02
Tw3 2nd Washout 1th Time Constant [s]	5,
Tw4 2nd Washout 2th Time Constant [s]	5,
Ks2 2nd Signal Transducer Factor [pu]	0,7837
T7 2nd Signal Transducer Time Constant [s]	5,
Ks3 Washouts Coupling Factor [pu]	1,
Ks1 PSS Gain [pu]	1,001
Xq Reactancia para slip [pu]	0,6602
Ts1 1st Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,0601
Ts2 1st Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,0103
Ts3 2nd Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,0601
Ts4 2nd Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,0103
T8 Ramp Tracking Filter Deriv. Time Constant [s]	0,4
T9 Ramp Tracking Filter Delay Time Constant [s]	0,1
N Ramp Tracking Filter [-]	1,
M Ramp Tracking Filter [-]	4,
Ts10 3rd Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,21
Ts11 3rd Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,71
th Umbral de activacion PSS [pu]	0,5
hist Histeresis de activacion PSS [pu]	0,05
Vstmin Controller Minimum Output [pu]	-0,1001
Vstmax Controller Maximum Output [pu]	0,1001

Tabla 6. Parámetros del PSS

A.3. Central Darío Valencia Samper – Unidad 5

1. Parámetros del Generador

TAG	Descripción	Valor	Unidad
Sn	Potencia aparente nominal	62.5	MVA
Vn	Tensión nominal	13.8	KV
fp	Factor de potencia nominal	0.8	pu
Xd	Reactancia sincrónica eje directo	1.509	pu
Xq	Reactancia sincrónica eje cuadratura	1.076	pu
Xd'	Reactancia transitoria eje directo	0.3	pu
Td0'	Constante de tiempo transitoria de eje directo	9.58	s
Xd''	Reactancia subtransitoria eje directo	0.23	pu
Xq''	Reactancia subtransitoria eje cuadratura	0.231	pu
Td0''	Constante de tiempo subtransitoria de eje directo	0.012	s
Tq0''	Constante de tiempo subtransitoria de eje cuadratura	0.07	s
Xl	Reactancia de dispersión	0.207	pu
S1.0	Parámetro de saturación a ETERM = 1.0 pu	0.145	pu
S1.2	Parámetro de saturación a ETERM = 1.2 pu	0.48	pu
IFDbas	Corriente de campo base	172	A
TG	Tipo de Generador (Liso / Saliente)	Saliente	-
TSAT	Tipo de saturación	Cuadrática	-
IFDnom	Corriente de campo nominal	710	A
IFDmin	Corriente de campo mínima	86.5	A
H	Constante de Inercia	3.17	s

Tabla 1. Parámetros del Generador

2. Modelo del Sistema de Excitación

2.1 Modelo del AVR

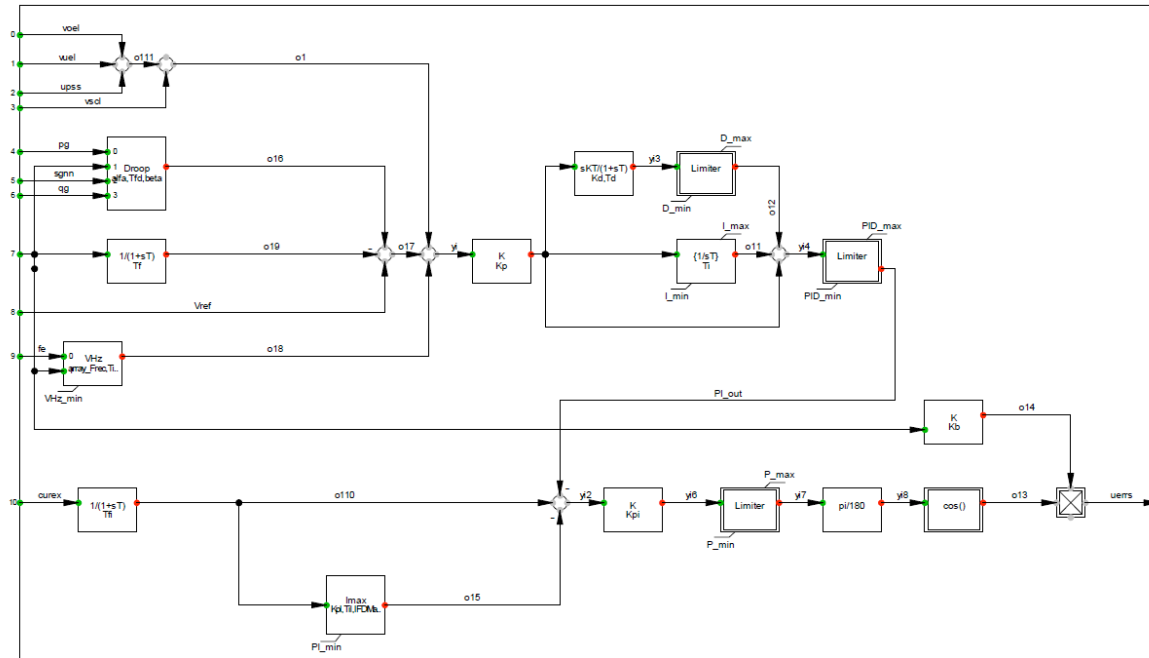


Figura 1. Diagrama de bloques del AVR

	Parameter
T_f Cte. de tiempo medicion V [s]	0,0098
T_{VHz} Constante de tiempo I VHz [seg]	0,756
T_{fi} Cte. de tiempo medicion I [s]	0,
K_p Ganancia proporcional PID tension [pu]	79,6875
K_b Ganancia puente [pu]	6,35
K_{pi} Ganancia proporcional P corriente [pu]	100,
T_i Cte. de tiempo integral PID tension [pu]	1,1385
K_d Ganancia derivativa PID tension [pu]	0,
T_d Cte. de tiempo derivativa PID tension [pu]	0,0073
K_{pi} Ganancia proporcional PI Imax [pu]	4,
T_{il} Constante de tiempo PI Imax [seg]	0,0601
IFDMax Limite instantaneo de corriente de campo [pu]	2,65
α Droop P [pu]	0,
T_{fd} Constante de tiempo Droop [seg]	0,002
β Droop Q [pu]	0,
V_{Hz_min} Limite inferior VHz [pu]	-0,9
D_{min} Lim. inf. derivativo [pu]	0,
PI_{min} Lim. inf. PID [pu]	-1600,
P_{min} Angulo minimo de disparo [°]	4,55
L_{min} Lim. inf. integral [pu]	-20,
PI_{min} Limite PI Imax [pu]	-71,2
D_{max} Lim. sup. derivativo [pu]	4,1237
PI_{max} Lim. sup. PID [pu]	4,1237
P_{max} Angulo maximo de disparo [°]	166,5
L_{max} Lim. sup. integral [pu]	4,1237

Tabla 2. Parámetros del AVR

2.2 Modelo del limitador V/Hz

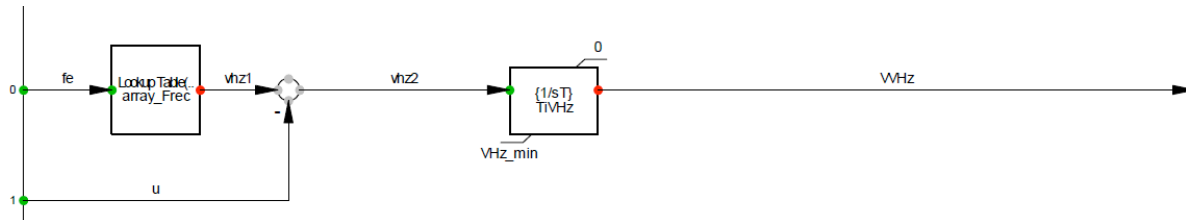


Figura 2. Diagrama de bloques del Limitador V/Hz

	Frec_x	Frec_y
► Size	3,	0,
1	0,	0,
2	1,	1,08
3	2,	1,08

Tabla 3. Parámetros del Limitador V/Hz

2.3 Modelo del OEL Instantáneo

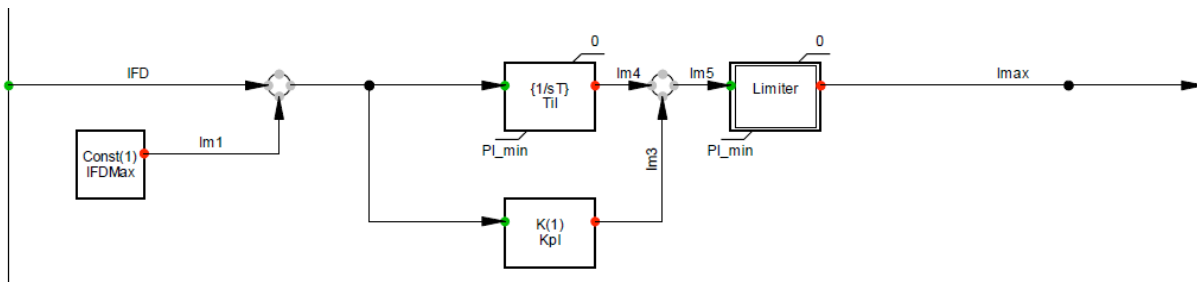


Figura 3. Diagrama de bloques del OEL instantáneo

*Los parámetros se encuentran también en la *Tabla 2 – Parámetros del AVR*.

2.4 Modelo del OEL Temporizado

	Parameter
► T Cte. de temporización [s]	14,99
IPMAXV Umbral de corriente OEL temporizado [pu]	2.62
Ti Ganancia OEL temporizado [pu]	100,
IPZONE Histeresis OEL temporizado [pu]	0,99
y_min Limite inferior OEL temporizado [pu]	-10,

Tabla 4. Parámetros del OEL temporizado

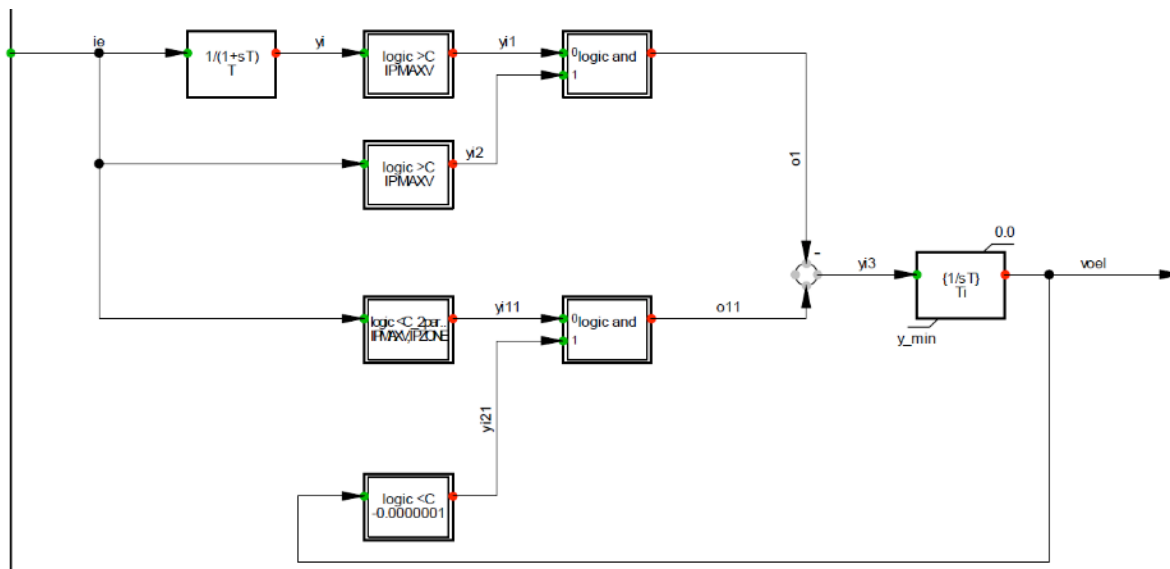


Figura 4. Diagrama de bloques del OEL temporizado

2.5 Modelo del UEL

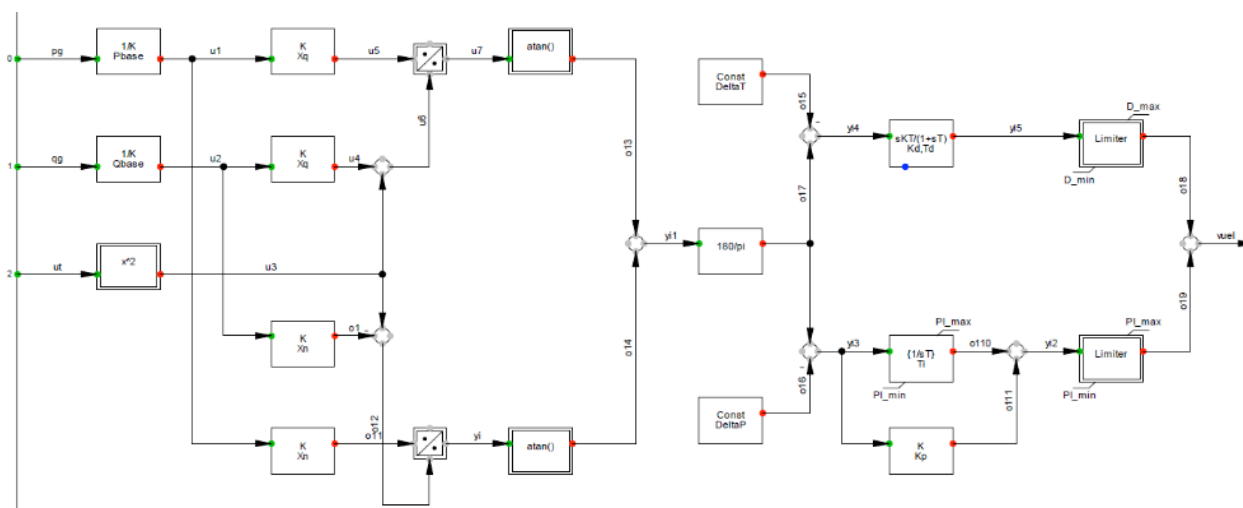


Figura 5. Diagrama de bloques del UEL

Pbase Potencia Activa base [MW]	62,5
Qbase Potencia Reactiva base [MVar]	62,5
Xq Reactancia en cuadratura [pu]	2.7433
Xn Reactancia de vinculacion [pu]	0,1001
Kd Ganancia derivativa UEL [pu]	0,5
Td Cte. de tiempo derivativa UEL [pu]	0,1001
Ti Cte. de tiempo integral UEL [pu]	600,
Kp Ganancia proporcional UEL [pu]	0,0008
DeltaP Angulo estacionario limite [°]	88.7
DeltaT Angulo temporal limite [°]	90
D_min Lim. inf. derivativo [pu]	0,
PI_min Lim. inf. PI [pu]	0,
D_max Lim. sup. derivativo [pu]	14,
PI_max Lim. sup. PI [pu]	14,

Tabla 5. Parámetros del UEL

3. Modelo del PSS

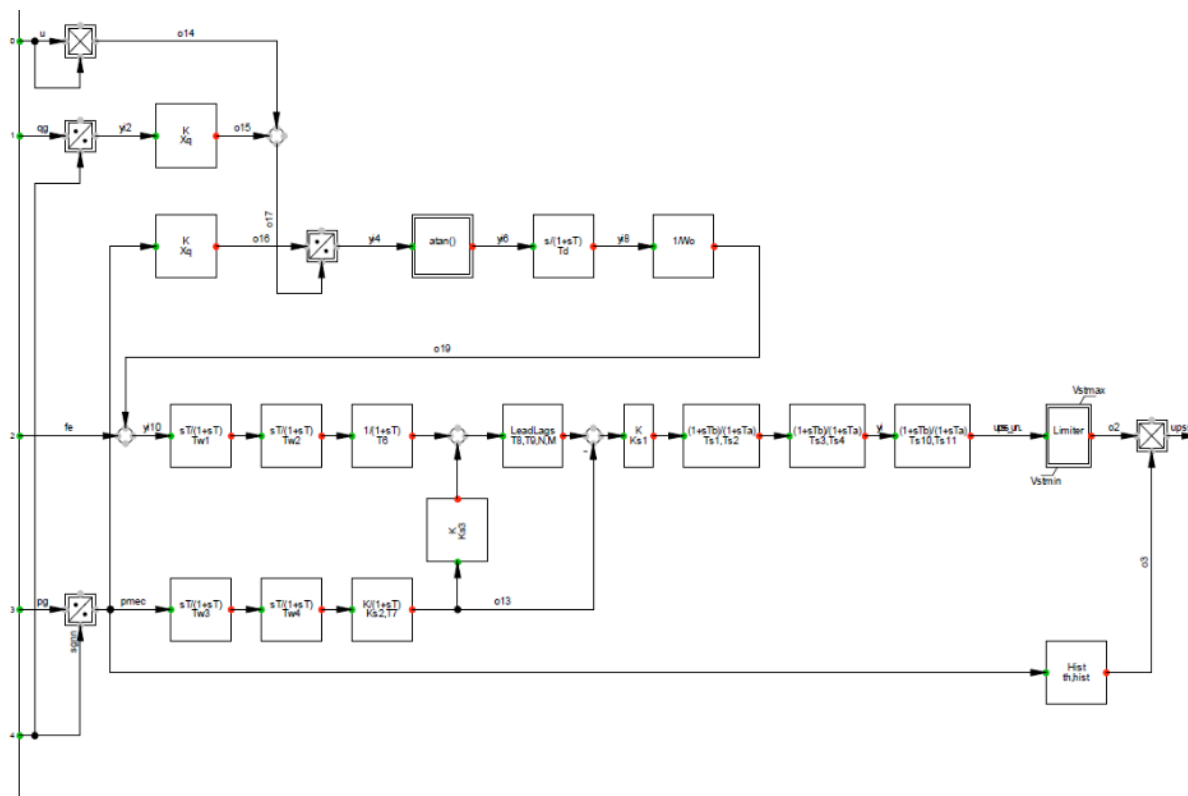


Figura 6. Diagrama de bloques del PSS

	Parameter
► Tw1 1st Washout 1th Time Constant [s]	5,
Tw2 1st Washout 2th Time Constant [s]	5,
Td Cte de tiempo derivador slip [s]	0,02
T6 1st Signal Transducer Time Constant [s]	0,02
Tw3 2nd Washout 1th Time Constant [s]	5,
Tw4 2nd Washout 2th Time Constant [s]	5,
Ks2 2nd Signal Transducer Factor [pu]	0,7837
T7 2nd Signal Transducer Time Constant [s]	5,
Ks3 Washouts Coupling Factor [pu]	1,
Ks1 PSS Gain [pu]	3,003
Xq Reactancia para slip [pu]	0,6602
Ts1 1st Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,0601
Ts2 1st Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,0103
Ts3 2nd Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,1602
Ts4 2nd Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,5601
T8 Ramp Tracking Filter Deriv. Time Constant [s]	0,4
T9 Ramp Tracking Filter Delay Time Constant [s]	0,1
N Ramp Tracking Filter [-]	1,
M Ramp Tracking Filter [-]	4,
Ts10 3rd Lead-Lag Derivative Time Constant [s]	0,46
Ts11 3rd Lead-Lag Delay Time Constant [s]	0,3101
th Umbral de activacion PSS [pu]	0,5
hist Histeresis de activacion PSS [pu]	0,05
Vstmin Controller Minimum Output [pu]	-0,1001
Vstmax Controller Maximum Output [pu]	0,1001

Tabla 6. Parámetros del PSS