

Acuerdo 911 Por el cual se aprueba la incorporación de un cambio de los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a las unidades 1 y 2 de la planta Proeléctrica

Acuerdo Número:
N° 911

Fecha de expedición:
03 Noviembre 2016

Fecha de entrada en vigencia:
08 Noviembre 2016

Acuerdos relacionados: 11/02/2016 - Acuerdo 843, 04/06/2010 - Acuerdo 497,

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. 500 del 3 de noviembre de 2016 y,

CONSIDERANDO

- 1 Que en el Acuerdo 752 de 2015 (hoy Acuerdo 843 de 2016) 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, PROELÉCTRICA & CIA S.C.A. E.S.P. solicitó al CND mediante comunicación con número de radicado en XM 201644021544-3 del 16 de septiembre de 2016, el cambio de los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a los generadores de las unidades 1 y 2 de la planta Proeléctrica.
- 3 Que XM S.A. E.S.P. mediante comunicación 020205-1 del 28 de septiembre de 2016 dio concepto favorable a la solicitud de modificación de los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a los generadores de las unidades 1 y 2 de la planta Proeléctrica.
- 4 Que el Subcomité de Controles en la reunión 78 del 18 de octubre de 2016 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 y 2 de la planta Proeléctrica.
- 5 Que el Comité de Operación en la reunión 284 del 27 de octubre de 2016 recomendó la expedición del presente Acuerdo.

ACUERDA:

- 1 Aprobar la incorporación de los cambios en los parámetros técnicos y los sistemas de control asociados a los generadores de las unidades 1 y 2 de la planta Proeléctrica como se muestra en los anexos del presente Acuerdo, que hacen parte integral del mismo.

ANEXOS

- ANEXO 1: PARÁMETROS ELECTRICOS GENERADOR - UNIDAD 1
- ANEXO 2: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL AVR - UNIDAD 1
- ANEXO 3: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL OEL - UNIDAD 1
- ANEXO 4: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL UEL - UNIDAD 1
- ANEXO 5: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GOVERNADOR - UNIDAD 1
- ANEXO 6: CARACTERISTICAS DE LA VALVULA - UNIDAD 1
- ANEXO 7: TABLA PARAMETRIZACION DE LA TURBINA - UNIDAD 1
- ANEXO 8: CARACTERISTICAS DE GANANCIA PI DE LA VALVULA - UNIDAD 1
- ANEXO 9: TABLA DE SATURACION - UNIDAD 1
- ANEXO 10: PARÁMETROS ELECTRICOS GENERADOR - UNIDAD 2
- ANEXO 11: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL AVR - UNIDAD 2
- ANEXO 12: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL OEL - UNIDAD 2
- ANEXO 13: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL UEL - UNIDAD 2
- ANEXO 14: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GOVERNADOR - UNIDAD 2
- ANEXO 15: CARACTERISTICAS DE LA VALVULA - UNIDAD 2
- ANEXO 16: TABLA PARAMETRIZACION DE LA TURBINA - UNIDAD 2
- ANEXO 17: CARACTERISTICAS DE GANANCIA PI DE LA VALVULA - UNIDAD 2
- ANEXO 18: TABLA DE SATURACION - UNIDAD 2

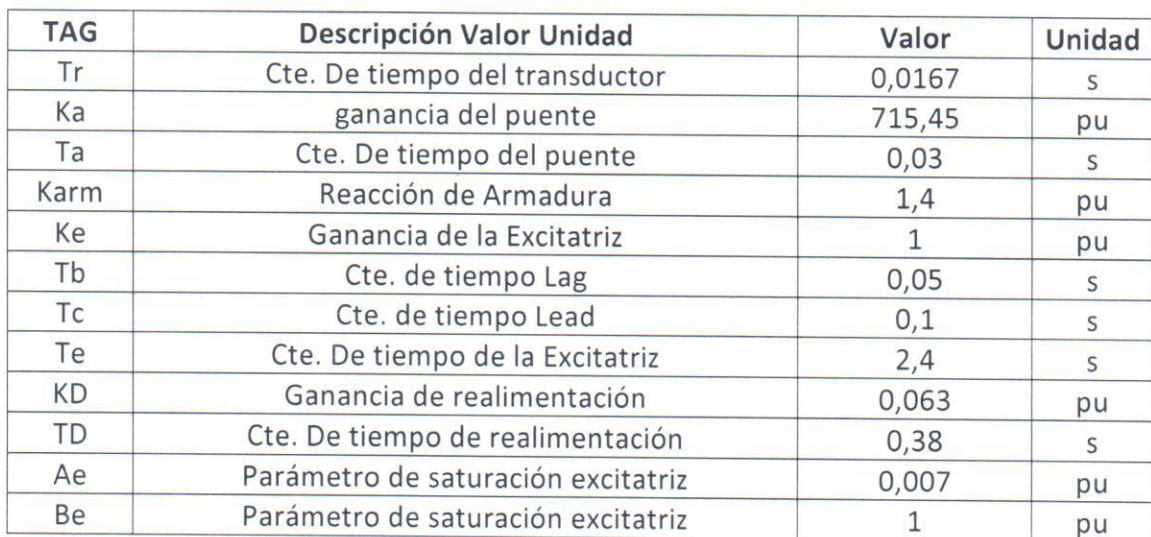
OK

ANEXO 1

PARÁMETROS ELECTRICOS GENERADOR - UNIDAD 1

TAG	Descripción Valor Unidad	Valor	Unidad
Sn	Potencia aparente nominal	68,75	MVA
Vn	Tensión nominal	13,8	kV
Fp_n	Factor de potencia nominal	0,8	N/A
Fp_o	Factor de potencia operative	0,85	N/A
Ra	Resistencia de armadura (a 20 °C)	0,0033	Ω
Xd	Reactancia sincrónica eje directo	2,33	pu
Xq	Reactancia sincrónica eje cuadratura	2,33	pu
X'd	Reactancia transitoria eje directo	0,25	pu
X'q	Reactancia transitoria eje cuadratura	0,3	pu
X''d	Reactancia subtransitoria eje directo	0,2	pu
X''q	Reactancia subtransitoria eje cuadratura	0,21	pu
T'do	Constante de tiempo transitoria de circuito abierto eje directo (75°C)	6,031	s
T'qo	Constante de tiempo transitoria de circuito abierto eje cuadratura (75°C)	1,5	s
T''do	Constante de tiempo subtransitoria de circuito abierto eje directo(75°C)	0,0266	s
T''qo	Constante de tiempo subtransitoria de circuito abierto eje cuadratura(75°C)	0,07	s
Xl	reactancia de dispersión	0,185	pu
X0	Reactancia homopolar	0,1	pu
X2	Reactancia secuencia negativa	0,21	pu
S1.0	Factor de saturación para 1.0 pu	0,13	pu
S1.2	Factor de saturación para 1.2 pu	0,5	pu
H	Constante de Inercia	1,4	s
TG	Tlpo de Generador (Liso / Saliente)	LISO	N/A

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL AVR - UNIDAD 1

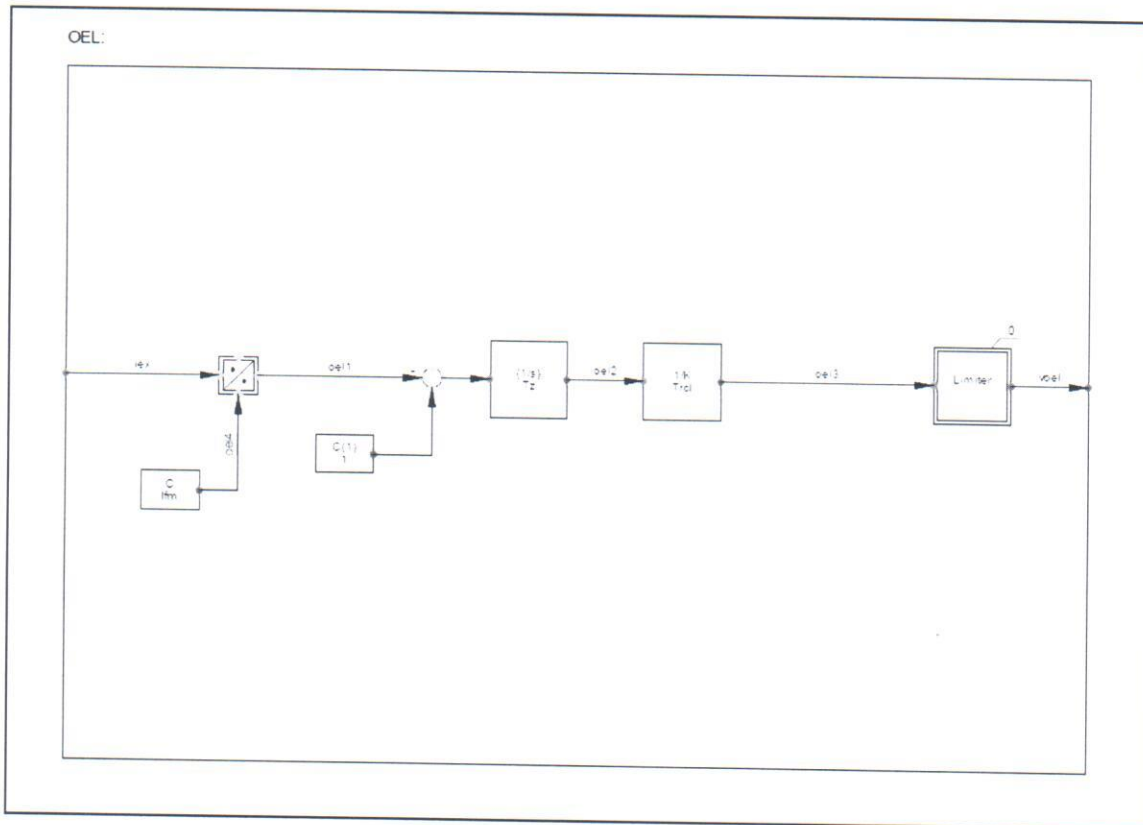


Kc	Reactancia de conmutación	0,5	pu
VRMAX	Máxima tensión de excitación	50,625	pu
VRMIN	Mínima tensión de excitación	0	pu
Qcc	Compensador de reactivo	0,15	pu
Tq	Cte. De tiempo medición	0,067	pu

OK

ANEXO 3

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL OEL - UNIDAD 1



TAG	Descripción Valor Unidad	Valor	Unidad
lfm	Limite OEL	7,97	pu
T rcl	Cte. De tiempo de integración OEL	0,08	s
T z	Umbral de tiempo para escalón temporizado OEL	4,5	s

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL UEL - UNIDAD 1

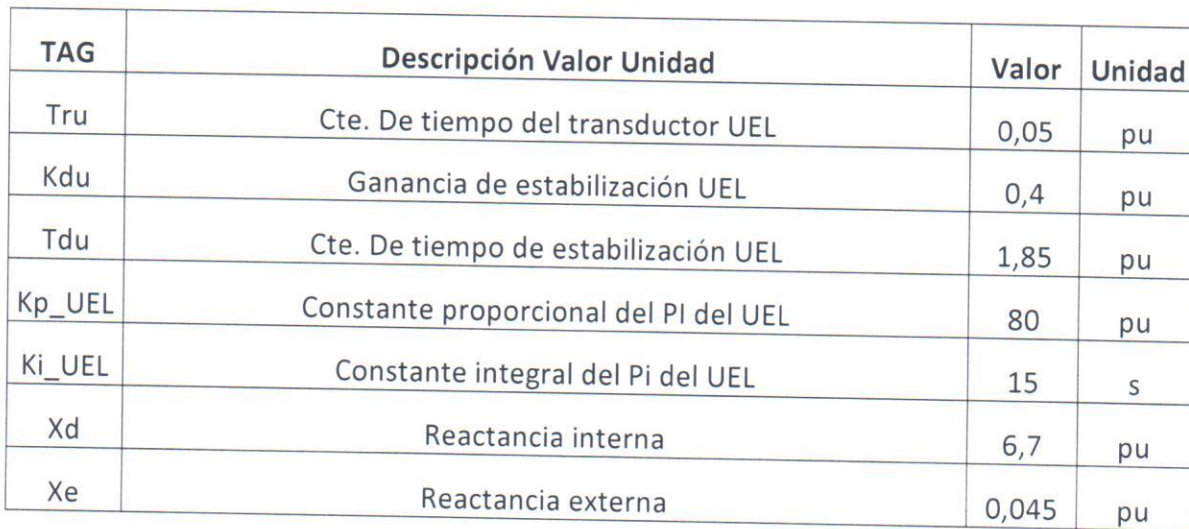
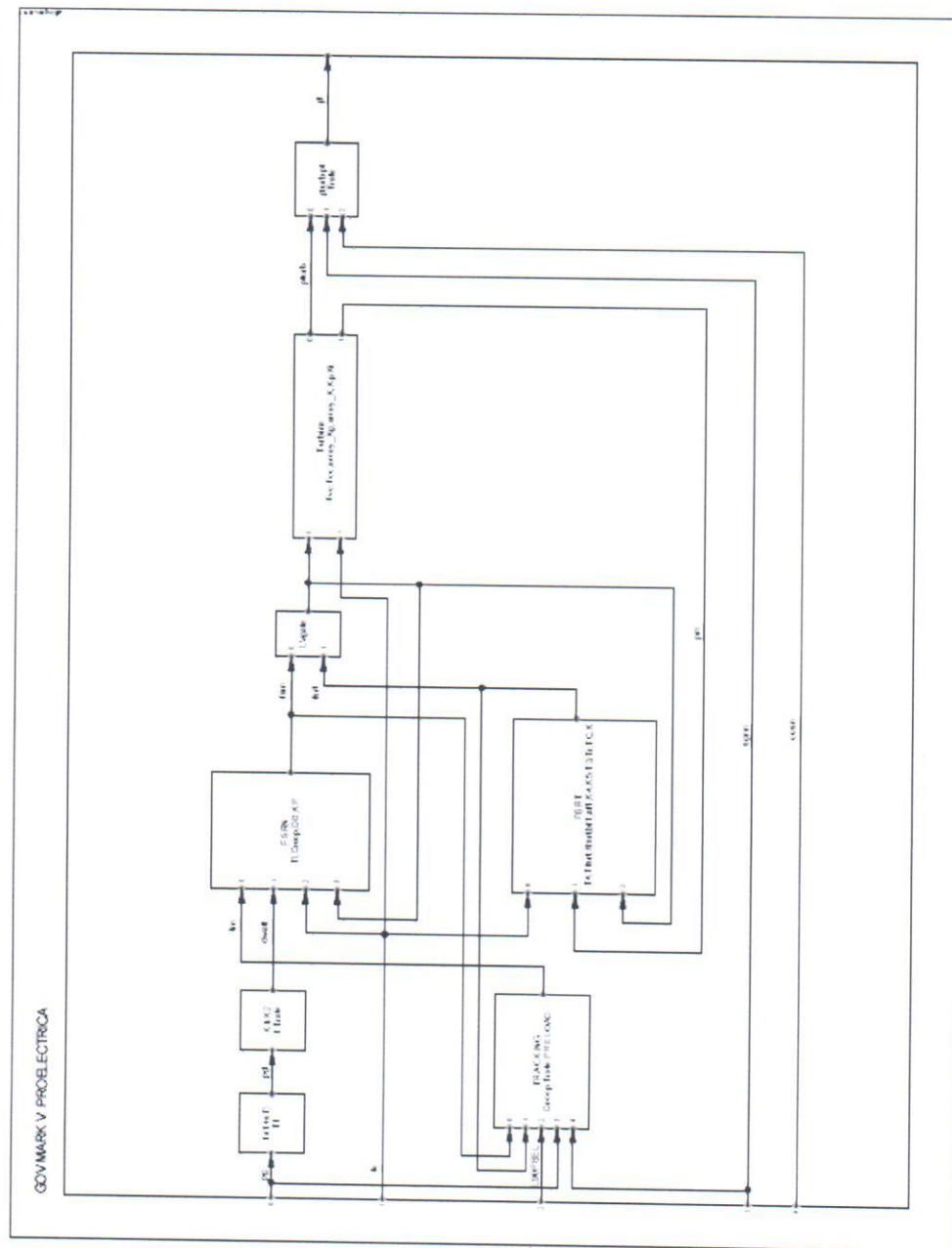


DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GOVERNADOR - UNIDAD 1



52

TAG	Descripción Valor Unidad	Valor	Unidad
T1	Constante de tiempo PT1	5	s
Trate	Potencia base turbina	48,5	MW
TI	Constante de tiempo integral PI FSRN	1,875	s
Droop	Estatismo	0,0485	pu
DB	Banda muerta	0	pu
Kp	Constante proporcional PI FSRN	6	pu
Tvc	Constante de tiempo válvula Combustible	0,4	s
Tcc	Constante de tiempo combustión	0.1	s
Kp	Constante proporcional PI válvula	2	pu
Ki	Constante integral PI válvula	0,13125	1/s
T4	Constante de tiempo termocupla	1	s
Tfsrt	Constante de tiempo PI FSRT	2	pu
Kfsrt	Constante proporcional PI FSRT	0,002	pu
bl1	Ganancia influencia de la velocidad	400	pu
al1	Ganancia influencia del flujo de combustible	800	pu
K4	Constante proporcional PT1 FSRT	0,8	pu
K5	Ganancia proporcional PT1 FSRT	0,2	s
T3	Constante de tiempo PT1 FSRT	5	s
Tr	Rate de Temperatura	1362	°C
TC	Set point de Temperatura	1425	°C
K	Limite control de temperatura	0,92165	pu
	PRELOAD PRESELECTED LOAD	0	(0-1)

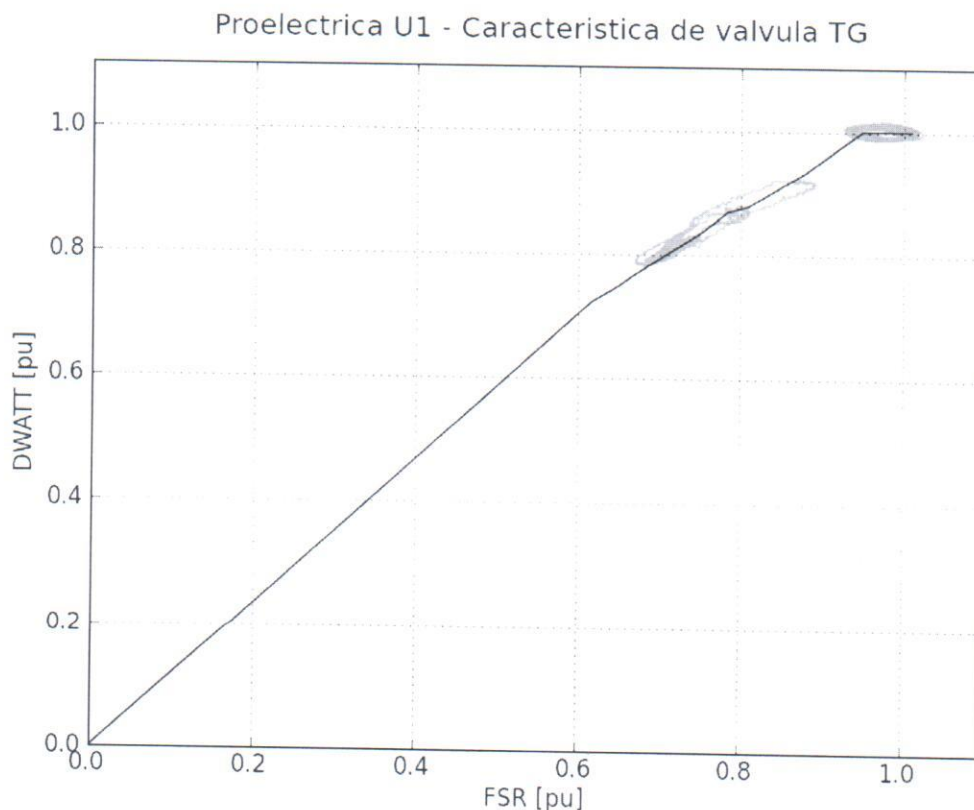
OK

ANEXO 6

CARACTERISTICAS DE LA VALVULA - UNIDAD 1

En base a los puntos de régimen de los diferentes ensayos realizados, se determina la característica de la válvula de control (FSR) versus la potencia generada (DWATT).

La siguiente figura muestra como ajusta la curva obtenida:



Los puntos operativos a plena carga y el determinado por la limitación del control de temperatura fueron alcanzados aumentando el rendimiento de la turbina a partir de la inyección de vapor.

Cabe aclarar que la característica de la válvula fue determinada con dichos puntos operativos donde la unidad presenta un mejor rendimiento

ANEXO 7

TABLA PARAMETRIZACION DE LA TURBINA - UNIDAD 1

TAG	Descripción Valor Unidad	Valor	Unidad
Tvc	Constante de tiempo válvula Combustible	0,4	s
Tcc	Constante de tiempo combustión	0,1	s
Kp	Constante proporcional PI válvula	2	pu
Ki	Constante integral PI válvula	0,13125	1/ s

	K_x	K_y
Size	11	11
1	0	0
2	0,616	0,72165
3	0,65	0,74845
4	0,6703	0,76766
5	0,7518	0,83505
6	0,7846	0,86905
7	0,81	0,87835
8	0,88	0,93196
9	0,95	0,9998
10	0,97	1
11	1,01	1,0002

Características de la Válvula

ok

ANEXO 8**CARACTERISTICAS DE GANANCIA PI DE LA VALVULA - UNIDAD 1**

	Kg_x	Kg_y
Size	3	3
1	-1	-0,7
2	0	0
3	1	1,2

Características de Ganancia PI de la Válvula

ANEXO 9

TABLA DE SATURACION - UNIDAD 1

	Term.Volt. p,u,	SG (u) p.u.	ifd %
1	0,01	0	1
2	0,7086	0,01016088	71,58
3	0,9253	0,07327353	99,31
4	1,0147	0,1448704	116,17
5	1,089	0,2440771	135,48
6	1,1541	0,3750108	158,69
7	1,2117	0,5373442	186,28
8	1,2648	0,7372707	219,73
9	1,3451	1,16207	290,82
10	1,4163	1,701334	382,59
11	1,4815	2,372055	499,57
12	1,5239	2,922436	597,74

Tabla de saturación

ANEXO 10 PARÁMETROS ELECTRICOS GENERADOR - UNIDAD 2

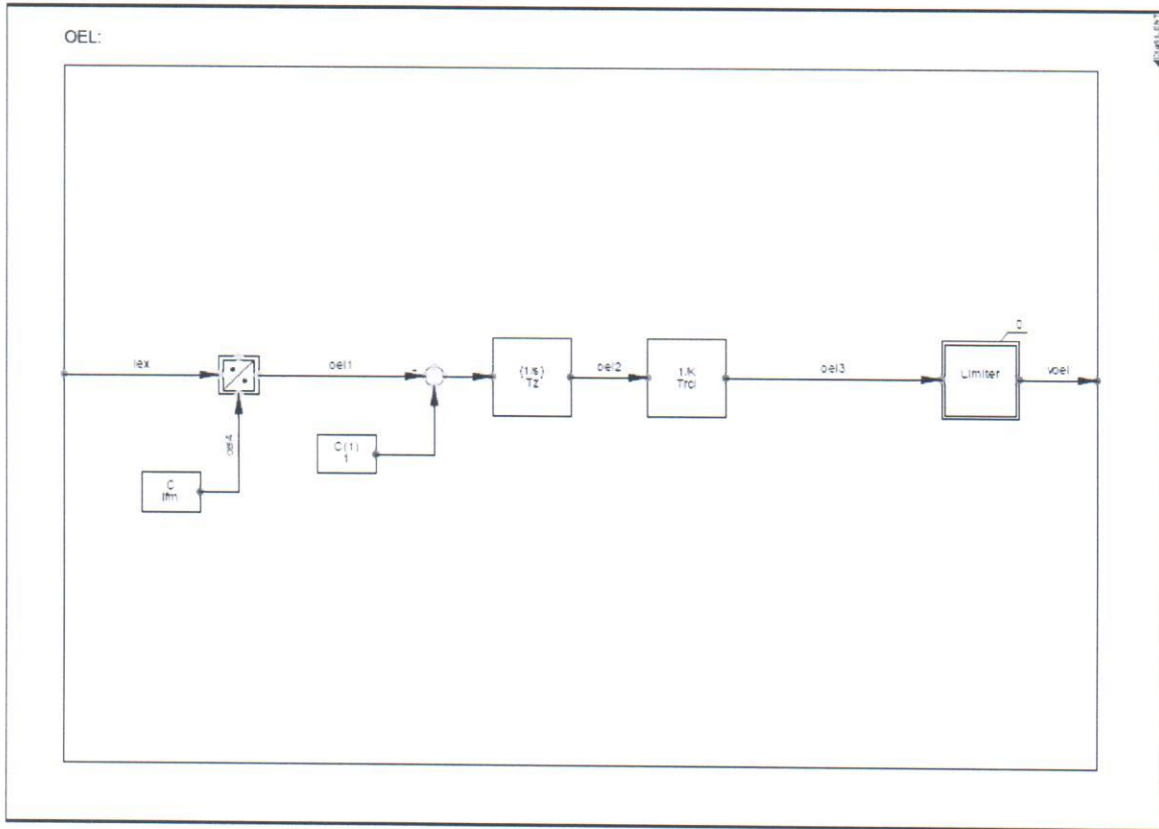
TAG	Descripción Valor Unidad	Valor	Unidad
Sn	Potencia aparente nominal	68,75	MVA
Vn	Tensión nominal	13,8	kV
Fp_n	Factor de potencia nominal	0,8	N/A
Fp_o	Factor de potencia operacional	0,85	N/A
Ra	Resistencia de armadura (a 20 °C)	0,0033	Ω
Xd	Reactancia sincrónica eje directo	2,33	pu
Xq	Reactancia sincrónica eje cuadratura	2,33	pu
X'd	Reactancia transitoria eje directo	0,25	pu
X'q	Reactancia transitoria eje cuadratura	0,3	pu
X''d	Reactancia subtransitoria eje directo	0,2	pu
X''q	Reactancia subtransitoria eje cuadratura	0,21	pu
T'do	Constante de tiempo transitoria de circuito abierto eje directo (75°C)	6,38	s
T'qo	Constante de tiempo transitoria de circuito abierto eje cuadratura (75°C)	1,5	s
T''do	Constante de tiempo subtransitoria de circuito abierto eje directo(75°C)	0,0266	s
T''qo	Constante de tiempo subtransitoria de circuito abierto eje cuadratura(75°C)	0,07	s
Xl	reactancia de dispersión	0,185	pu
X0	Reactancia homopolar	0,1	pu
X2	Reactancia secuencia negativa	0,21	pu
S1.0	Factor de saturación para 1.0 pu	0,13	pu
S1.2	Factor de saturación para 1.2 pu	0,5	pu
H	Constante de Inercia	1,4	s
TG	Tipo de Generador (Liso / Saliente)	LISO	N/A



Be	Parámetro de saturación excitatriz	1	pu
Kc	Reactancia de conmutación	0,5	pu
VRMAX	Máxima tensión de excitación	53,52	pu
VRMIN	Mínima tensión de excitación	0	pu
Qcc	Compensador de reactivo	0,16	pu
Tq	Cte. De tiempo medición	0,067	pu

ANEXO 12

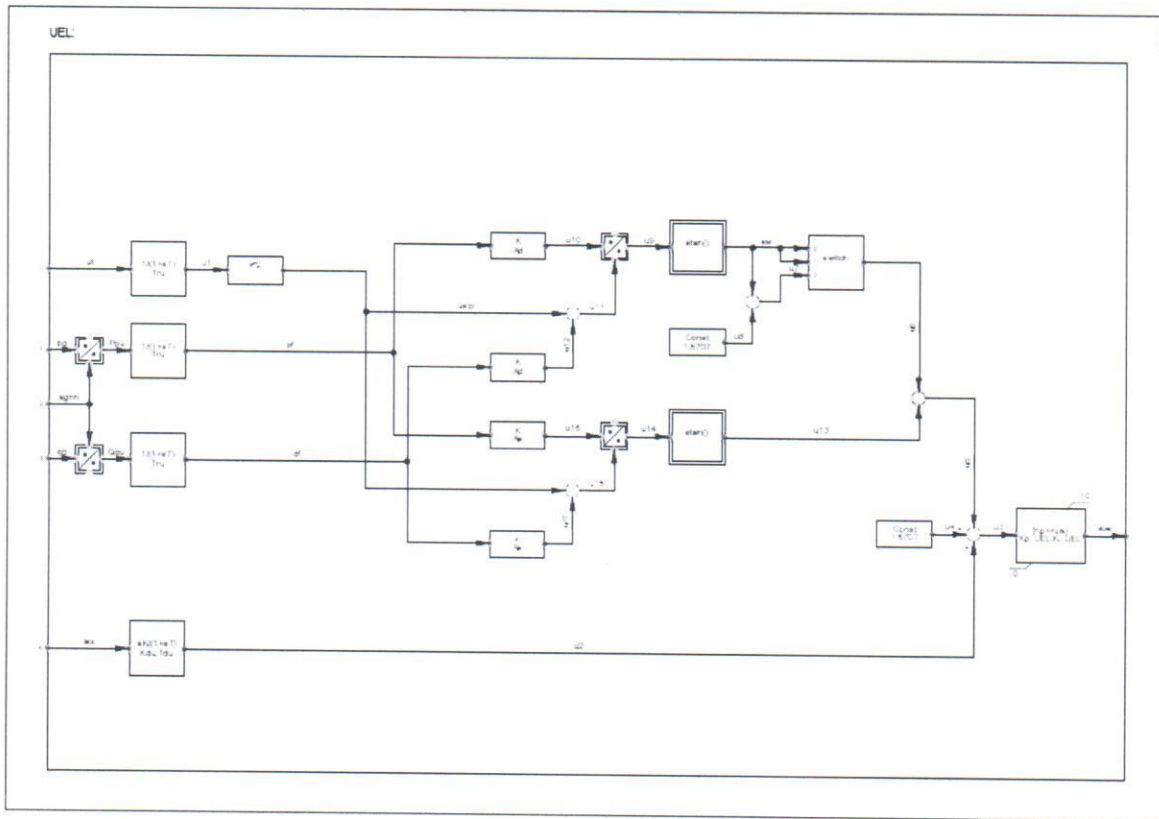
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL OEL - UNIDAD 2



TAG	Descripción Valor Unidad	Valor	Unidad
lfm	Limite OEL	8,15	pu
T rcl	Cte. De tiempo de integración OEL	0,1	s
T z	Umbral de tiempo para escalón temporizado OEL	6	s

ANEXO 13

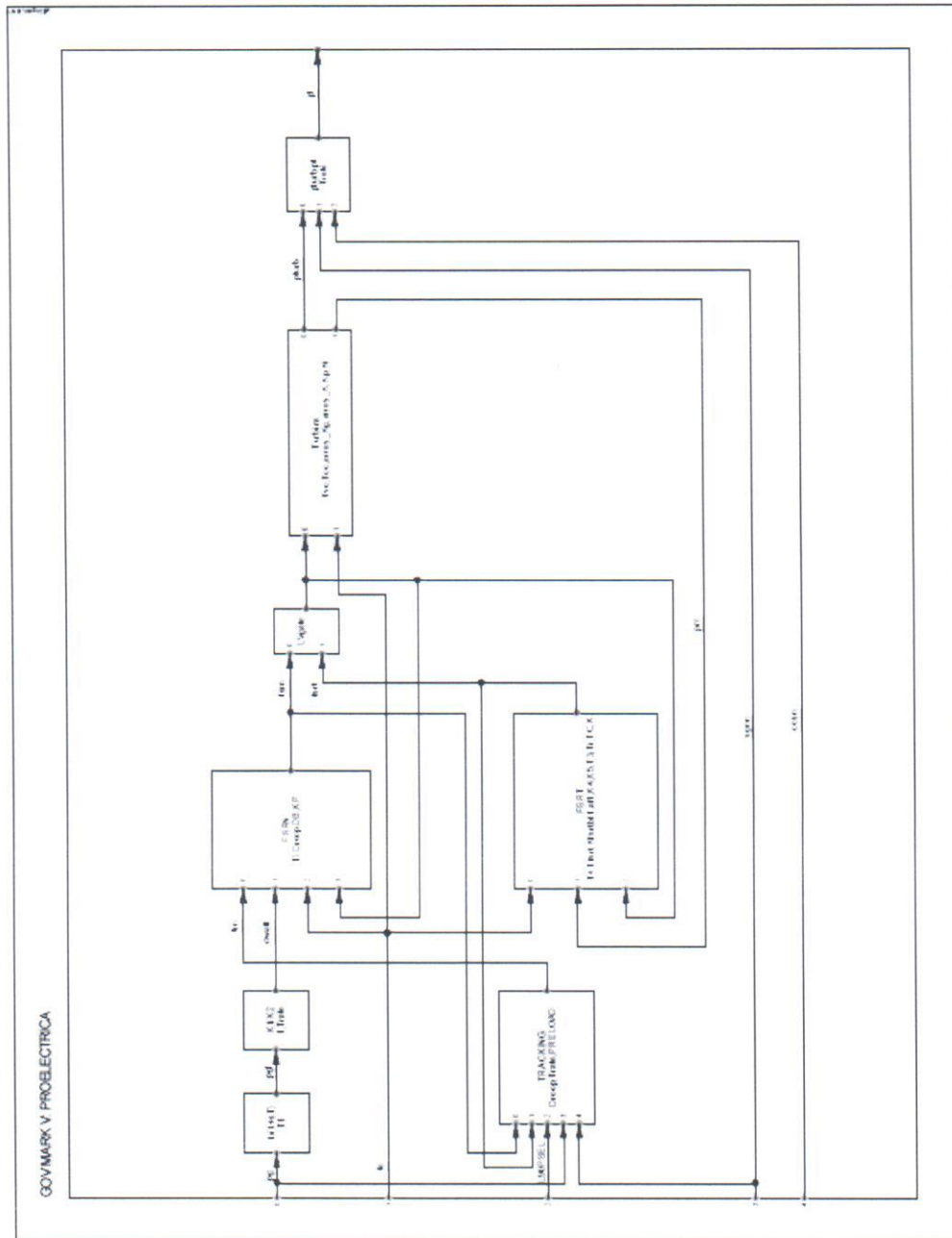
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL UEL - UNIDAD 2



TAG	Descripción Valor Unidad	Valor	Unidad
Tru	Cte. De tiempo del transductor UEL	0,05	pu
Kdu	Ganancia de estabilización UEL	0,26	pu
Tdu	Cte. De tiempo de estabilización UEL	2,22	pu
Kp_UEL	Constante proporcional del PI del UEL	30	pu
Ki_UEL	Constante integral del Pi del UEL	90	s
Xd	Reactancia interna	5,979	pu
Xe	Reactancia externa	0,06	pu

ANEXO 14

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GOVERNADOR - UNIDAD 2



OK

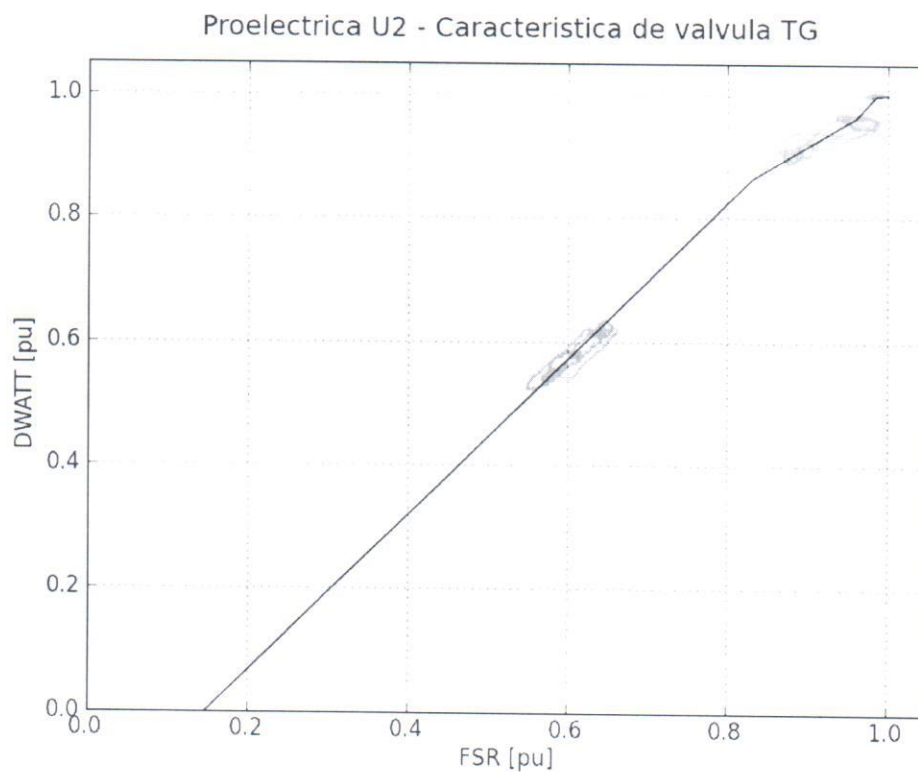
TAG	Descripción Valor Unidad	Valor	Unidad
T1	Constante de tiempo PT1	5	s
Trate	Potencia base turbina	45,5	MW
TI	Constante de tiempo integral PI FSRN	1,875	s
Droop	Estatismo	0,0455	pu
DB	Banda muerta	0	pu
Kp	Constante proporcional PI FSRN	6	pu
Tvc	Constante de tiempo válvula Combustible	0,4	s
Tcc	Constante de tiempo combustión	0,1	s
Kp	Constante proporcional PI válvula	1,7	pu
Ki	Constante integral PI válvula	0,223125	1/s
T4	Constante de tiempo termocupla	1	s
Tfsrt	Constante de tiempo PI FSRT	2	pu
Kfsrt	Constante proporcional PI FSRT	0,002	pu
bl1	Ganancia influencia de la velocidad	350	pu
al1	Ganancia influencia del flujo de combustible	700	pu
K4	Constante proporcional PT1 FSRT	0,8	pu
K5	Ganancia proporcional PT1 FSRT	0,2	s
T3	Constante de tiempo PT1 FSRT	5	s
Tr	Rate de Temperatura	1401	°C
TC	Set point de Temperatura	1425	°C
K	Limite control de temperatura	0,967032	pu
	PRELOAD PRESELECTED LOAD	0	(0-1)

ANEXO 15

CARACTERISTICAS DE LA VALVULA - UNIDAD 2

En base a los puntos de régimen de los diferentes ensayos realizados, se determina la característica de la válvula de control (FSR) versus la potencia generada (DWATT).

La siguiente figura muestra como ajusta la curva obtenida



Los puntos operativos a plena carga y el determinado por la limitación del control de temperatura fueron alcanzados aumentando el rendimiento de la turbina a partir de la inyección de vapor.

Cabe aclarar que la característica de la válvula fue determinada con dichos puntos operativos donde la unidad presenta un mejor rendimiento.

ANEXO 17

CARACTERISTICAS DE GANANCIA PI DE LA VALVULA - UNIDAD 2

	Kg_x	Kg_y
Size	3	3
1	-1	-0,7
2	0	0
3	1	1

Características de Ganancia PI de la Válvula

ANEXO 18

TABLA DE SATURACION - UNIDAD 2

	Term.Volt. p,u,	SG (u) p.u.	ifd %
1	0,01	0	1
2	0,7086	0,01016088	71,58
3	0,9253	0,07327353	99,31
4	1,0147	0,1448704	116,17
5	1,089	0,2440771	135,48
6	1,1541	0,3750108	158,69
7	1,2117	0,5373442	186,28
8	1,2648	0,7372707	219,73
9	1,3451	1,16207	290,82
10	1,4163	1,701334	382,59
11	1,4815	2,372055	499,57
12	1,5239	2,922436	597,74

Tabla de saturación