

INFORME TÉCNICO

Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención

Central Hidroeléctrica Río Huasco

SEPTIEMBRE 2018

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	OBJETIVO	2
3.	METODOLOGÍA.....	2
4.	ANTECEDENTES TÉCNICOS	4
5.	DESARROLLO	5
6.	RESUMEN	10

APROBACIÓN GERENCIA	CLAUDIO REBOLLEDO	FIRMA	
REVISADO POR	EDUARDO VALDES	FIRMA	
REALIZADO POR	JUAN C LEIVA	FIRMA	
FECHA REVISIÓN	SEPTIEMBRE 2018	REV. N° : 01	N° PAG: 10

1. INTRODUCCIÓN

Hidroeléctrica Río Huasco S.A es una empresa de generación eléctrica, cuya central utiliza como recurso de generación el agua de riego proveniente del embalse Santa Juana, ubicada a unos 22 Km al este de la ciudad de Vallenar.

La central está constituida por dos turbinas del tipo Francis de eje horizontal. En total, tiene una capacidad de generación de 5.12 MW, con una tensión nominal de 6,6 kV que se eleva a 110 kV mediante un transformador de poder común ubicado en la Subestación Tap Río Huasco, y es inyectada a la línea de transmisión de 110 kV Alto del Carmen – El Edén, perteneciente a CGE.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente informe es dar cumplimiento al proceso de validación de parámetros asociados a los procesos de partida y de detención de las unidades de la central hidroeléctrica Río Huasco, según lo establecido en el Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras” de la NTSyCS.

3. METODOLOGÍA

Para la determinación de los parámetros para los Procesos de Partida y Detención de las Unidades Generadoras, se realizarán pruebas de operación a una unidad generadora, de tal forma de adquirir los valores solicitados en el Anexo Técnico antes mencionado, Artículo 6, referente a la Entrega de información por las Empresas Generadoras. La información solicitada es:

- a) Cantidad y Tipo de Combustibles utilizados en el proceso de partida
- b) Energía eléctrica consumida durante el proceso de partida
- c) Tiempo requerido para el proceso de partida
- d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención
- e) Energía eléctrica consumida durante el proceso de detención
- f) Tiempo requerido para el proceso de detención
- g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida

Además, en el mismo Anexo, se solicita informar los valores anteriores, desglosados en los siguientes periodos, según corresponda:

- I. Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización
- II. Desde la sincronización hasta alcanzar la operación a Mínimo Técnico
- III. Desde la operación a Mínimo Técnico hasta la operación a potencia nominal
- IV. Desde la operación a potencia nominal hasta la desconexión
- V. Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención

Cabe señalar, que los incisos a) y d) no aplican a este análisis, por tratarse de una central hidroeléctrica, ya que éstas no utilizan combustible en su proceso de generación eléctrica.

De igual forma, el inciso g) no aplica, por tratarse de una central hidroeléctrica, debido a que no requiere de un tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse; puede detenerse en cualquier momento.

Para la obtención de valores de tiempo, se cronometrarán cada uno de los procesos y posteriormente se compararán y verificarán con los registros obtenidos en los gráficos del Scada.

Para determinar los valores de la energía eléctrica consumida durante el proceso de partida y detención de las unidades, se registrarán los valores de corriente y voltajes instantáneos, desde el proceso de partida hasta la sincronización y posteriormente desde la operación normal hasta la desconexión. Con estos valores se obtendrá la Potencia Aparente (S).

Para determinar la Potencia Activa (P) en cada uno de los procesos, se registrarán los valores del factor de potencia (FP) durante las pruebas de Arranque Inicial, indicados en el medidor de potencia digital SIMEAS P y se sacará un valor promedio del FP para utilizar en el cálculo de la Potencia Activa ($P = S \cdot FP$).

Finalmente, con los valores de tiempo y Potencia activa, se obtendrá la Energía consumida en cada proceso solicitado.

4. ANTECEDENTES TÉCNICOS

Las características técnicas de las unidades generadoras (valores nominales) y de las turbinas se indican a continuación:

Tabla 4.1. Características Técnicas Generador

GENERADORES SINCRONOS TRIFÁSICO		
PARÁMETROS	GENERADORES U1 Y U2	
MARCA	MARLLIGENERATOR	
POTENCIA	2850	KVA
VOLTAJE	6600	V
CORRIENTE	249	A
FRECUENCIA	50	Hz
VELOCIDAD DE GIRO	750	RPM
FACTOR DE POTENCIA	0.9	
VOLTAJE EXCITACIÓN	23	V
CORRIENTE EXCITACIÓN	5.2	A

Tabla 4.2. Características Técnicas Turbinas

TURBINAS HIDRÁULICAS		
PARÁMETROS	TURBINAS U1 Y U2	
MARCA	ANDRITZ	
TIPO	FRANCIS	
POTENCIA	2083	kW
ALTURA NETA	83	m
CAUDAL	2.75	m ³ /s
VELOCIDAD DE GIRO	750	RPM
DIÁMETRO RODETE	710	mm
SENTIDO ROTACIÓN	HORARIO	
AÑO FABRICACIÓN	2012	

5. DESARROLLO

5.1. Determinación de los tiempos requeridos desde el proceso de partida hasta la detención.

Para la obtención de valores de tiempo, se cronometraron cada uno de los procesos y posteriormente se compararon y verificaron con los registros obtenidos en los gráficos del Scada. Para la determinación de los tiempos solicitados, el proceso se dividió en dos secciones: Secuencia de Partida y Secuencia de Detención. Los valores de tiempos obtenidos se indican en las tablas 5.2 y 5.3.

Dentro de la Secuencia de Partida, existen otros procesos que no aparecen graficados, debido que dichos valores son cero hasta que comienzan a abrirse los álabes directrices, es decir, los valores no se registran en el Scada hasta que se inicia el *arranque del regulador de velocidad*. Esta secuencia se denomina “Proceso de Arranque Inicial” y los valores de tiempo obtenidos se indican en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Proceso Arranque Inicial

ETAPAS	PROCESO DE ARRANQUE INICIAL	TIEMPO [hr:min:seg]	DIFERENCIA	TIEMPO [min]
1	Inicio del proceso (<i>Presionando botón de partida</i>)	0:00:00	-	
2	Partida Lubricación	0:00:01	0:00:01	0.017
3	Partida Unidad Oleohidraulica	0:00:03	0:00:02	0.033
4	Excitar Electrovalvula de cierre rapido	0:00:04	0:00:01	0.017
5	Abrir Bypass	0:00:09	0:00:05	0.083
6	Abrir Valvula Mariposa	0:01:59	0:01:50	1.833
7	Cerrar Bypass	0:02:04	0:00:05	0.083
8	Arranque regulador de velocidad (inicio apertura alabes directrices)	0:02:19	0:00:15	0.250

Los valores de tiempo obtenidos en la Tabla 5.1, se incorporaron a la Secuencia de Partida solicitada en el Anexo Técnico, cuyos valores se muestran en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Secuencia de Partida

ETAPAS	SECUENCIAS DE PARTIDA	TIEMPO [hr:min:seg]	DIFERENCIA	TIEMPO [min]
0	Partida unidad generadora (<i>Presionado botón Partida</i>)	0:00:00	-	
1	Desde partida hasta arranque regulador de velocidad	0:02:19	0:02:19	2.32
2	Desde arranque regulador de velocidad hasta inicio de sincronización	0:03:11	0:00:52	0.87
3	Desde Inicio de Sincronización hasta la Sincronización	0:04:05	0:00:54	0.90
4	Desde La Sincronización hasta el Mínimo Técnico (450 kW)	0:04:40	0:00:35	0.58
5	Desde el Mínimo Técnico hasta la Potencia Nominal	0:05:57	0:01:17	1.28

Tabla 5.3. Secuencia de detención

ETAPAS	SECUENCIAS DETENCIÓN	TIEMPO [min:seg: ms]	DIFERENCIA	TIEMPO [min]
0	Detención Unidad Generadora (<i>Presionado botón Parada</i>)	0:00:00	-	
1	Desde la Potencia Nominal hasta la Desconexión	0:01:05	0:01:05	1.08
2	Desde la desconexión hasta el termino del proceso de detención	0:16:46	0:15:41	15.68

En los siguientes gráficos, se detalla cada proceso registrado en el Scada, indicándose los tiempos obtenidos en cada uno de los procesos.

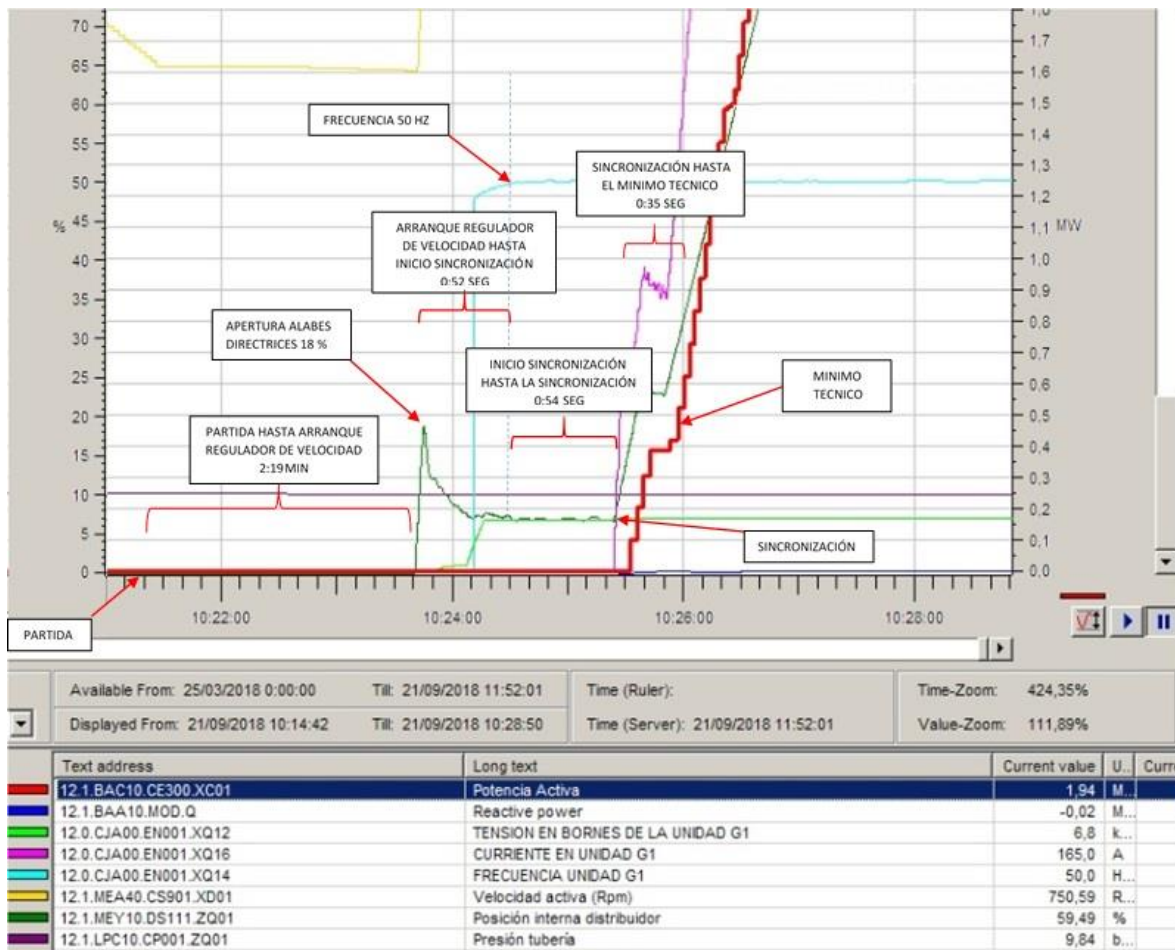
Gráfico 5.1. Desde Partida hasta el Mínimo Técnico


Gráfico 5.2. Desde Mínimo Técnico hasta la Potencia Nominal

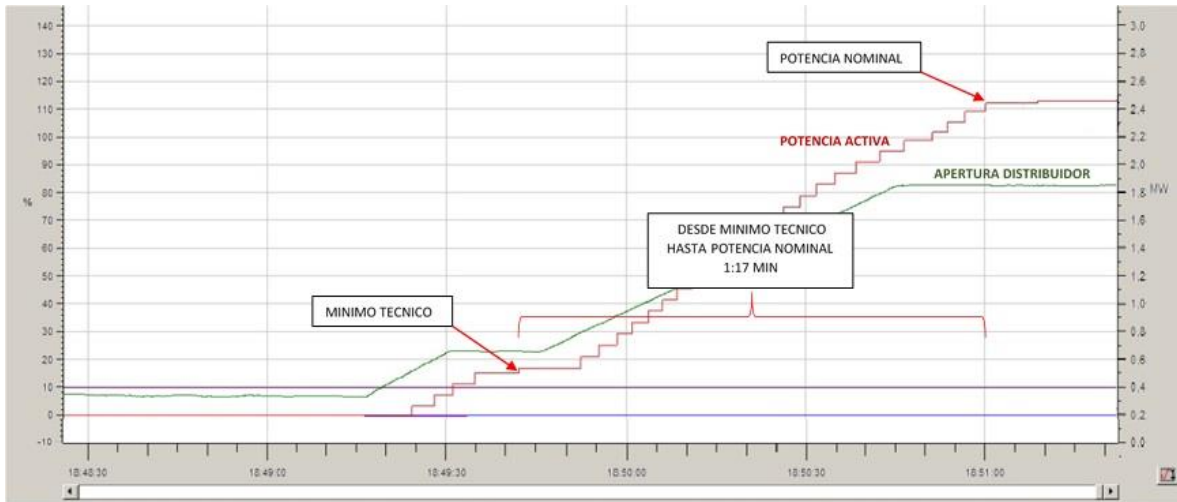
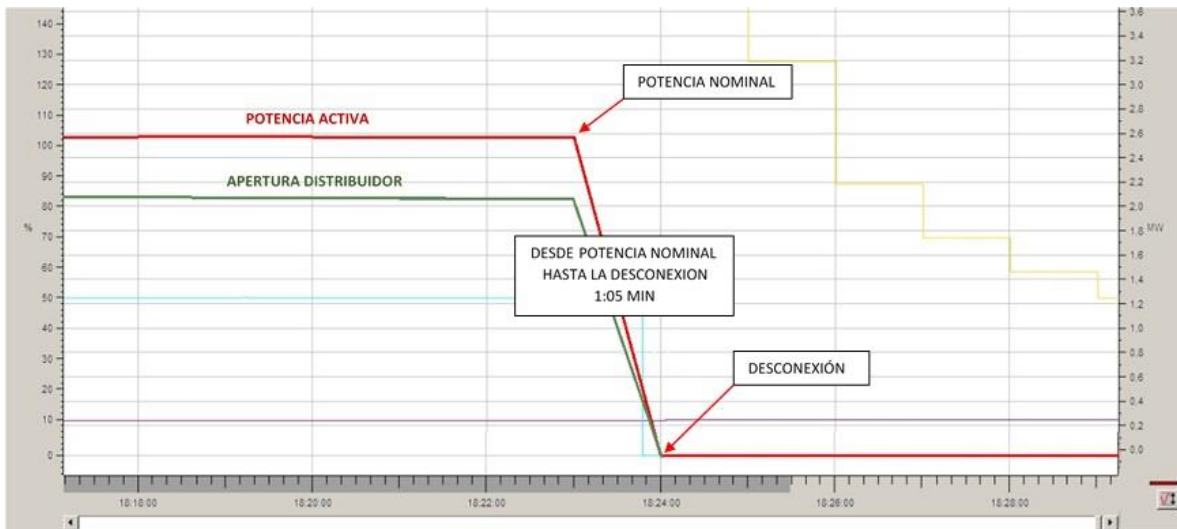


Gráfico 5.3. Desde la Potencia Nominal hasta la desconexión



5.2. Determinación de la energía eléctrica consumida durante el proceso de partida y detención.

Para determinar los valores de la energía eléctrica consumida durante el proceso de partida y detención de las unidades, se registraron los valores de corriente y voltajes instantáneos, desde el proceso de partida hasta la sincronización y posteriormente desde la operación normal hasta la desconexión (ver Tabla 5.4 y 5.5)

Luego, para obtener la potencia activa en cada uno de los procesos, se requirió sacar el promedio del factor de potencia (FP) durante las pruebas de Arranque Inicial, registrados en el medidor de potencia digital SIMEAS P (Siemens), perteneciente a los servicios auxiliares (SSAA), obteniéndose un valor **FP = 0.724**.

Tabla 5.4. Valores de Corriente y Voltaje en Secuencia de Arranque Inicial

Secuencia de Arranque Inicial	CORRIENTE [A]			VOLTAJE [V]		
	L1 - L2	L2- L3	L3 - L1	L1 - L2	L2- L3	L3 - L1
Inicio del proceso (<i>Presionando botón de partida</i>)						
Partida Lubricación	2.93	3.15	3.41	402.5	404.2	405.6
Partida Unidad Oleohidraulica	6.67	6.91	7.33	402.7	402.7	404.2
Excitar Electrovalvula de cierre rapido	4.91	5.18	5.91	402.6	404.4	403.7
Abrir Bypass	7.44	7.96	8.24	402.8	404.6	404.2
Abrir Valvula Mariposa	7.42	7.56	8.02	402.6	404.6	403.9
Cerrar Bypass	5.77	5.55	5.98	402.8	404.5	403.7
Arranque regulador de velocidad (inicio apertura alabes directrices)	5.99	5.56	5.67	402.5	404.7	403.8

Tabla 5.5. Valores de Corriente y Voltaje en Secuencia de Partida y Detención

Secuencia de Partida	CORRIENTE [A]			VOLTAJE [V]		
	L1 - L2	L2- L3	L3 - L1	L1 - L2	L2- L3	L3 - L1
Partida unidad generadora (<i>Presionado botón Partida</i>)						
Desde partida hasta arranque regulador de velocidad						
Desde arranque regulador de velocidad hasta inicio de sincronización	4.26	4.25	4.43	402.8	404.6	404.2
Desde Inicio de Sincronización hasta la Sincronización	4.28	4.26	4.51	402.9	404.7	404.3
Desde La Sincronización hasta el Mínimo Técnico (450 kW)	4.27	4.26	4.48	402.7	404.6	404.2
Desde el Mínimo Técnico hasta la Potencia Nominal	4.26	4.25	4.46	402.8	404.6	404.3
Secuencia de Detención	CORRIENTE [A]			VOLTAJE [V]		
	L1 - L2	L2- L3	L3 - L1	L1 - L2	L2- L3	L3 - L1
Detención Unidad Generadora (<i>Presionado botón Parada</i>)						
Desde la Potencia Nominal hasta la Desconexión	4.26	4.25	4.43	402.8	404.6	404.2
Desde la desconexión hasta el término del proceso de detención	2.93	3.15	3.41	402.5	404.2	405.6

Tabla 5.6. Determinación Potencia Activa en Secuencia de Arranque Inicial

Secuencia de Arranque Inicial	POTENCIA APARENTE [VA]			POT ACTIVA [W], FP=0.724			POT. ACTIVA
	S1	S2	S3	P1	P2	P3	TOTAL [W]
Inicio del proceso (<i>Presionando botón de partida</i>)							
Partida Lubricación	1179.33	1273.23	1383.10	853.83	921.82	1001.36	2777.01
Partida Unidad Oleohidraulica	2686.01	2782.66	2962.79	1944.67	2014.64	2145.06	6104.37
Excitar Electrovalvula de cierre rapido	1976.77	2094.79	2385.87	1431.18	1516.63	1727.37	4675.18
Abrir Bypass	2996.83	3220.62	3330.61	2169.71	2331.73	2411.36	6912.79
Abrir Valvula Mariposa	2987.29	3058.78	3239.28	2162.80	2214.55	2345.24	6722.59
Cerrar Bypass	2324.16	2244.98	2414.13	1682.69	1625.36	1747.83	5055.88
Arranque regulador de velocidades	2410.98	2250.13	2289.55	1745.55	1629.10	1657.63	5032.27

Tabla 5.7. Determinación Potencia Activa en Secuencia de Partida y Detención

Secuencia de Partida	POTENCIA APARENTE [VA]			POT ACTIVA [W], FP=0.724			POT. ACTIVA
	S1	S2	S3	P1	P2	P3	TOTAL [W]
Partida unidad generadora (<i>Presionado botón Partida</i>)							
Desde partida hasta arranque regulador de velocidad							
Desde arranque reg. velocidad hasta inicio de sincronización	1715.93	1719.55	1790.61	1242.33	1244.95	1296.40	3783.68
Desde Inicio de Sincronización hasta la Sincronización	1724.41	1724.02	1823.39	1248.47	1248.19	1320.14	3816.80
Desde La Sincronización hasta el Mínimo Técnico (450 kW)	1719.53	1723.60	1810.82	1244.94	1247.88	1311.03	3803.85
Desde el Mínimo Técnico hasta la Potencia Nominal	1715.93	1719.55	1803.18	1242.33	1244.95	1305.50	3792.79

Secuencia de Detención	POTENCIA APARENTE [VA]			POT ACTIVA [W], FP=0.724			POT. ACTIVA
	S1	S2	S3	P1	P2	P3	TOTAL [W]
Detención Unidad Generadora (<i>Presionado botón Parada</i>)							
Desde la Potencia Nominal hasta la Desconexión	1715.93	1719.55	1790.61	1242.33	1244.95	1296.40	3783.68
Desde la desconexión hasta el termino proceso de detención	1179.33	1273.23	1383.10	853.83	921.82	1001.36	2777.01

Tabla 5.8. Determinación Energía Consumida en el proceso de Arranque Inicial

Secuencia de Arranque Inicial	POT. ACTIVA TOTAL [kW]	TIEMPO [min]	Energia [kWh]
Inicio del proceso (<i>Presionando botón de partida</i>)			
Partida Lubricación	2.78	0.017	0.001
Partida Unidad Oleohidraulica	6.10	0.033	0.003
Excitar Electrovalvula de cierre rapido	4.68	0.017	0.001
Abrir Bypass	6.91	0.083	0.010
Abrir Valvula Mariposa	6.72	1.833	0.205
Cerrar Bypass	5.06	0.083	0.007
Arranque regulador de velocidad	5.03	0.250	0.021
		2.317	0.248

Tabla 5.9. Determinación Energía Consumida en Secuencia de Partida y Desconexión

Secuencia de Partida	POT. ACTIVA TOTAL [kW]	TIEMPO [min]	Energía [kWh]
Partida unidad generadora (<i>Presionado botón Partida</i>)			
Desde partida hasta arranque regulador de velocidad		2.32	0.248
Desde arranque reg. velocidad hasta inicio de sincronización	3.78	0.87	0.055
Desde Inicio de Sincronización hasta la Sincronización	3.82	0.90	0.057
Desde La Sincronización hasta el Mínimo Técnico (450 kW)	3.80	0.58	0.037
Desde el Mínimo Técnico hasta la Potencia Nominal	3.79	1.28	0.081
		5.95	0.48

Secuencia de Desconexión	POT. ACTIVA TOTAL [kW]	TIEMPO [min]	Energía [kWh]
Detención Unidad Generadora (<i>Presionado botón Parada</i>)			
Desde la Potencia Nominal hasta la Desconexión	3.78	1.08	0.068
Desde la desconexión hasta el término proceso de detención	2.78	15.68	0.726
		16.77	0.794

6. RESUMEN

Desglosando los resultados de acuerdo a los periodos indicados en el Anexo Técnico, se obtiene:

Tabla 6.1 Resumen de tiempos y consumos

PERIODOS	TIEMPO [min]	Energía [kWh]
I. Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización	4.08	0.360
II. Desde la sincronización hasta alcanzar la operación a Mínimo Técnico	0.58	0.037
III. Desde la operación a Mínimo Técnico hasta la operación a potencia nominal	1.28	0.081
IV. Desde la operación a potencia nominal hasta la desconexión	1.08	0.068
V. Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención	15.68	0.726

TOTAL TIEMPO Y ENERGIA EN UNA UNIDAD GENERADORA **22.72** **1.27**