



INFORME TÉCNICO DM – MGFS – 17 – 044

FECHA : 18 DE DICIEMBRE DE 2017

RELATOR : ISAIAS ROBLES

REVISADO : JAVIER NUÑEZ

INSTALACION : TERMoeLECTRICA MIRAFLORES

CLIENTE : AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMA

CONTRATO : CDO-385968-EAEG,

ASUNTO : MANTENIMIENTO L4 Y CAMBIO DE ROTOR A
GENERADOR MARCA ABB DE 23050 KVA, 13.8 KV
#/S 4589343

1. OBJETIVO Y FECHA DE INSPECCION ELECTRICA:

A solicitud del cliente ***Autoridad del Canal de Panamá***, personal de ABB, se apersono en las instalaciones de la Termoeléctrica en la ciudad de Panamá, Panamá; desde el 2 de Septiembre al 23 de octubre 2017, para efectuar el mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de ABB, al generador de 23050 KVA de número de serie 4589343

ABB se compromete a prestar sus servicios de mantenimiento Mayor (Nivel 4) y corrección de daños por efecto corona en la ranura y cabezales y demás actividades recomendadas, así como también el reemplazo del rotor principal. El Rotor es suministrado por la ACP.



Contenido

1.	OBJETIVO Y FECHA DE INSPECCION ELECTRICA:	1
2.	PRODUCTO:	3
3.	PRESENTES:	3
4.	RESUMEN:.....	3
5.	INDICACIONES DEL CLIENTE:	8
6.	DATOS DEL SERVICIO:.....	8
7.	COMPROBACIONES EN EL LUGAR:	8
8.	TRABAJO REALIZADOS:	9
8.1.	Pruebas eléctricas estáticas antes del mantenimiento:.....	9
8.2.	Pruebas eléctricas estáticas después del mantenimiento:	18
9.	TRABAJO PENDIENTES:	24
10.	ACUERDOS CON EL CLIENTE:	24
11.	COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES:	24



2. PRODUCTO:

Marca	:	ABB	Nº de Serie	:	4589343
Tipo	:	AMG 1600UT14 LSE	Potencia	:	23050 KVA
Tensión	:	13800 V	Tensión Excitación	:	120 Vdc
Corriente	:	964 A	Corriente Exc.	:	10.9 Adc
Velocidad	:	514	Fases	:	3
Frecuencia	:	60 Hz	Aisl. Clase	:	F
Factor de Potencia	:	0.8	Conexión	:	Y
Factor de Servicio	:	S1	Año	:	2007
IP	:	54	Peso	:	67500 Kg

3. PRESENTES:

Por ABB S.A:

Isaias Robles
Percy Lozano
Julio Torres
Ricardo Saturio

Ingeniero de Servicios
Especialista Mecánico
Especialista Bobinador
Especialista Eléctrico

Por la Autoridad del Canal de Panamá:

Rodolfo Segundo
Jose Chiru
Javier Barrera

Representante Oficial de Contrataciones
Gerente de Planta
Jefe del departamento Eléctrico

4. RESUMEN:

El generador no se observó presencia de cuerpos ajenos internamente solo presencia de contaminación por polvo en el estator principal.

Los trabajos realizados se detallan a continuación.

- Identificación del área de trabajo cada día de trabajo en planta.
- Desmontaje de las tuberías de agua
- Desmontaje de Pared
- Desacople mecánico del generador
- Apertura de las tapas laterales de inspección del generador.
- Desmontaje de las vigas templadoras de las tapas.
- Desmontaje de las cubiertas frontales del lado libre y lado acople



- Apertura de las cubiertas de fibra de vidrio del bobinado lado conexión y lado no conexión.
- Medida del entrehierro entre estator principal y rotor principal.
- Medida del entrehierro entre estator excitatriz y rotor excitatriz.
- Desmontaje de los laberintos del cojinete lado acople y lado libre.
- Desmontaje del housing superior del cojinete lado acople.
- Desmontaje del babbit superior del cojinete lado acople.
- Desmontaje del babbit inferior del cojinete lado acople.
- Desmontaje del housing inferior del cojinete lado acople
- Desmontaje del housing superior del cojinete lado libre.
- Desmontaje del babbit superior del cojinete lado libre.
- Desmontaje del babbit inferior del cojinete lado libre.
- Desmontaje del housing inferior del cojinete lado libre
- Desmontaje de estator excitatriz.
- Medida de resistencia óhmica y resistencia de aislamiento de los elementos **antes** de su mantenimiento.
 - **Medida de la Resistencia Óhmica del Estator Principal**
 - **Medida de Resistencia Aislamiento del Estator Principal**
 - **Medida de la Resistencia Óhmica de los RTD's del estator y cojinetes.**
 - **Medida de Resistencia Óhmica Rotor Principal.**
 - **Medida de Resistencia de Aislamiento Rotor Principal**
 - **Medida de Resistencia Óhmica Estator Excitatriz.**
 - **Medida de Resistencia de Aislamiento Estator Excitatriz**
 - **Medida de Resistencia Óhmica Rotor Excitatriz.**
 - **Medida de Resistencia de Aislamiento Rotor Excitatriz**
 - **Medida de Resistencia Óhmica de los Heaters del estator principal, realizado por INE.**
- Supervisión para el desmontaje del rotor fuera del estator.



- Lavado con solvente al estator principal, estator excitatriz y limpieza con trapo y solvente.
- Identificación de las descargas parciales en los finales de ranura lado conexión y lado no conexión.
- Identificación de cuñas sueltas en el lado conexión y lado no conexión, en las columnas del centro no hay cuñas sueltas.
- Pruebas de los diodos nuevos, todas en buenas condiciones.
- Pruebas Eléctricas Estáticas al transformador antiguo 1P1, transformador de tensión para potencia de excitación y medición de valor real, concluyendo que se usara el mismo por estar en buenas condiciones.
- Montaje de los transformadores de intensidad para medición y protección, montaje de intensidad para potencia de excitación de cortocircuito uno en cada fase, montaje de transformador de intensidad para funcionamiento en paralelo.
- Verificación del aislamiento y resistencia óhmica de los transformadores de intensidad para potencia de excitación de cortocircuito por fase.
- Verificación del aislamiento y resistencia óhmica del transformador de intensidad para funcionamiento en paralelo.
- Verificación del aislamiento y resistencia óhmica del transformador de intensidad para medición y protección.
- Limpieza de accesorios y cubiertas de fibra de vidrio desmontadas, tapas frontales de lado libre y lado acople.
- Inspección de los housing inferior lado libre y lado acople
- Inspección de los cojinetes lado libre y lado acople
- Medida de la holgura de los cojinetes lado libre y lado acople respecto al eje, estando en tolerancia de acuerdo a norma.
- Se realizó el secado del estator, rotor excitatriz, estator excitatriz.
- Se realizó el resinado del Estator de Excitatriz y Rotor Excitatriz.
- Medida de resistencia óhmica y resistencia de aislamiento de los elementos **después** de su mantenimiento.
 - **Medida de la Resistencia Óhmica del Estator Principal**
 - **Medida de Resistencia Aislamiento del Estator Principal**
 - **Medida de la Resistencia Óhmica de los RTD's del estator y cojinetes.**
 - **Medida de Resistencia Óhmica Rotor Principal**
 - **Medida de Resistencia de Aislamiento Rotor Principal**



- **Medida de Resistencia Óhmica Estator Excitatriz.**
 - **Medida de Resistencia de Aislamiento Estator Excitatriz**
 - **Medida de Resistencia Óhmica Rotor Excitatriz.**
 - **Medida de Resistencia de Aislamiento Rotor Excitatriz**
 - **Medida de Resistencia Óhmica de los Heaters del estator principal**
-
- Supervisión del montaje del rotor en estator del generador.
 - Montaje del Estator de Excitatriz.
 - Montaje del housing inferior del cojinete lado libre
 - Montaje del babbit inferior del cojinete lado libre.
 - Montaje del babbit superior del cojinete lado libre.
 - Montaje del housing superior del cojinete lado libre.
 - Montaje del housing inferior del cojinete lado acople
 - Montaje del babbit inferior del cojinete lado acople.
 - Montaje del babbit superior del cojinete lado acople.
 - Montaje del housing superior del cojinete lado acople.
 - Alineamiento del rotor estator excitatriz con respecto al rotor.
 - Verificación del airgap entre estator y rotor principal
 - Montaje de los laberintos del cojinete lado acople y lado libre.
 - Conexión de los cables de salida del generador a las barras
 - Cierre de las cubiertas de fibra de vidrio frontal del bobinado lado conexión y lado no conexión.
 - Montaje de las cubiertas frontales del lado libre y lado acople
 - Montaje de las vigas templadoras de las tapas.
 - Cierre de las tapas laterales de inspección del generador.
 - Montaje de las tuberías de lubricación de agua a los housing lado libre y lado acople,
 - Alineamiento
 - Monitoreo dinámico del generador, temperaturas, tensiones y corrientes.



- Montaje de Pared
- Instalación de caseta

Como resultado de las pruebas eléctricas después del mantenimiento y tratamiento térmico se concluye.

- Los valores de resistencia óhmica del Estator Principal, se aprecia buen estado de los mismos dándonos información de la no existencia de cruce entre espiras, referencia **IEEE Std. 118 – Test Code for Resistance Measurement.**
- Los valores de resistencia óhmica del Estator Excitatriz, se aprecia buen estado de los mismos dándonos información de la no existencia de cruce entre espiras, referencia **IEEE Std. 118 – Test Code for Resistance Measurement.**
- Los valores de resistencia óhmica del Rotor Principal, se aprecia buen estado de los mismos dándonos información de la no existencia de cruce entre espiras, referencia **IEEE Std. 118 – Test Code for Resistance Measurement.**
- Los valores de resistencia óhmica de Rotor Excitatriz, se aprecia buen estado de los mismos dándonos información de la no existencia de cruce entre espiras, referencia **IEEE Std. 118 – Test Code for Resistance Measurement.**
- Medida de Resistencia de aislamiento del Estator Principal, **resultado conforme de acuerdo a IEEE Std. 43-2000.**
- Medida de Resistencia de aislamiento del Estator de Excitatriz, **resultado conforme de acuerdo a IEEE Std. 43-2000.**
- Medida de Resistencia de aislamiento del Rotor Principal, **resultado conforme de acuerdo a IEEE Std. 43-2000.**
- Medida de Resistencia de aislamiento del Rotor de Excitatriz, **resultado conforme de acuerdo a IEEE Std. 43-2000.**
- Los babbits de las cojinetes lado libre y lado acople están dentro de límite mínimo permisible respecto al eje, de acuerdo a la norma **DIN 31 698 – DIN 7161.**
- Las vibraciones están dentro de tolerancia de acuerdo a la norma **ISO 8528-9: 1995 Equipos de generación de corriente alterna accionados por motores de combustión interna de vaivén: Parte 9: Medición y evaluación de las vibraciones mecánicas**



Las pruebas eléctricas estáticas dieron por resultado luego del mantenimiento L4 buena condición para la operación.

Las inspecciones mecánicas de componentes del generador luego del mantenimiento L4 dieron por resultado buena condición para la operación.

5. INDICACIONES DEL CLIENTE:

- Cumplir con los procedimientos de seguridad exigidas en planta.
- Realizar los permisos de trabajo, evaluación de riesgos y charla de 5 min antes de comenzar con las pruebas.
- Realizar las pruebas estáticas eléctricas antes y después del mantenimiento
- Inspección de todos los componentes del generador e informar cualquier observación encontrada
- Emitir informe técnico de los trabajos efectuados.

6. DATOS DEL SERVICIO:

- Mantenimiento Preventivo L4 para **Maquinas Síncronas AMG 1600UT14 LSE**, de acuerdo al programa de mantenimiento preventivo de ABB.

7. COMPROBACIONES EN EL LUGAR:

- El generador se encontró fuera de servicio desde el 2 de septiembre 2017.
- El generador se encontró en su base de trabajo.
- Se encontró el generador acoplado a su carga.
- Se evidencio presencia de fugas de aceite en los bearing.
- Se encontró el lugar de trabajo libre para las pruebas, mantenimiento y revisiones.
- Se encontró la tapa del drenaje de aceite de la chumacera del lado libre deteriorada
- No se encontraron registro de alineación de la unidad antes del mantenimiento.
- Se encontró el generador desconectado de cualquier fuente eléctrica.
- No se contó con ningún repuesto por lo tanto se siguieron usando las mismas partes.



8. TRABAJOS REALIZADOS:

8.1. Pruebas eléctricas estáticas antes del mantenimiento:

○ Resistencia óhmica del Devanado del Estator Principal (mΩ)

Equipo utilizado : **Micro Ohmímetro**
Marca : AEMC
Modelo : 6250
Temp. Bobinado : 35.0 °C
Temp. Ambiente : 33.2 °C
HR% : 65.5 %

U – u PHASE	V – v PHASE	W – w PHASE
27.43	28.25	27.55

○ Resistencia de Aislamiento del Estator Fase U vs VW a Masa

Equipo utilizado : **Megómetro**
Marca : AEMC
Modelo : 5070
Temp. Bobinado : 35.0 °C
Temp. Ambiente : 33.2 °C
HR% : 65.5 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
U vs VW masa	2360	4180	19060	1.77	4.56
U vs VW masa (40°C)	1558	3221	50927	2.06	15.81

○ Resistencia de Aislamiento del Estator Fase V vs WU a Masa

Equipo utilizado : **Megómetro**
Marca : AEMC
Modelo : 5070
Temp. Bobinado : 35.0 °C
Temp. Ambiente : 33.2 °C
HR% : 65.5 %



MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
V vs WU masa	2730	4570	29950	1.93	5.68
V vs WU masa (40°C)	1419	2969	35040	2.09	11.80

○ Resistencia de Aislamiento del Estator Fase W vs UV a Masa

Equipo utilizado : Megómetro
 Marca : AEMC
 Modelo : 5070
 Temp. Bobinado : 35.0 °C
 Temp. Ambiente : 33.2 °C
 HR% : 65.5 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
W vs UV masa	2540	4620	19030	1.82	4.12
W vs UV masa (40°C)	1375	2990	36084	2.17	12.07

○ Resistencia de Aislamiento del Estator Fase UVW vs Masa

Equipo utilizado : Megómetro
 Marca : AEMC
 Modelo : 5070
 Temp. Bobinado : 35.0 °C
 Temp. Ambiente : 33.2 °C
 HR% : 65.5 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
UVW vs masa	921	1850	11330	2.01	6.12
UVW vs masa (40°C)	286	849	9358	2.96	11.03



○ **Medida de Resistencia Óhmica de RTD's**

Equipo Utilizado: Multímetro Digital
Marca: Fluke
Modelo: 289
Temperatura ambiente: 33.2 °C
Humedad Relativa: 65.5 %

**TABLA: RESISTENCIA OHMICA DE RTD's –
Bobinado de Estator**

TERMINALES		R(Ω)	CONDICION
U	1R1	1.8	Bien
	1R1	113.6	Bien
	1R2	113.7	Bien
V	2R1	1.9	Bien
	2R1	113.8	Bien
	2R2	113.9	Bien
W	3R1	1.1	Bien
	3R1	113.6	Bien
	3R2	113.7	Bien
U'	4R1	1.2	Bien
	4R1	113.7	Bien
	4R2	113.8	Bien
V'	5R1	1.15	Bien
	5R1	113.6	Bien
	5R2	113.5	Bien
W'	6R1	1.19	Bien
	6R1	113.6	Bien
	6R2	113.8	Bien



**TABLA: RESISTENCIA OHMICA
DE RTD's – WARM Y COLD**

TERMINALES	R(Ω)	CONDICION
50R1 – 50R2	113	Bien
60R1 – 60R2	113.8	Bien
61R1 – 61R2	114.1	Bien

- Medida del entrehierro entre estator y rotor de excitatriz , fuera de tolerancia.

0°: 2.70 mm – 90°: 3.20 mm 180°: 2.50 mm 270°: 1.30 mm

- Medida del entre hierro entre el estator y rotor, se encontró dentro de tolerancia

- LL: 0°: 9.90 mm 90°: 11.3 mm 180°: 10.85 mm 270°: 9.95 mm
- LA: 0°: 10.4 mm 90°: 11.5 mm 180°: 10.85 mm 270°: 9.90 mm

- Resistencia óhmica del Devanado del Estator de Excitatriz (Ω)**

Equipo utilizado : **Micro Ohmímetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : DLRO10HD
 Temp. Bobinado : 29.0 °C
 Temp. Ambiente : 30.0 °C
 HR% : 60.0 %

(+)1 F1 – (-)2 F2	(+)2 F1 – (-)1 F2
2.37 Ω	8.77 Ω

- Resistencia de Aislamiento del Estator de Excitatriz vs Masa**

Equipo utilizado : **Megómetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : MIT525 US
 Temp. Bobinado : 32.0 °C
 Temp. Ambiente : 32.1 °C
 HR% : 70.0 %



MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR DE EXCITATRIZ					
TENSION DE PRUEBA 500 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
Bobinado vs masa	5230	7190	15170	1.37	2.11
Bobinado vs masa (40°C)	854	1595	2361	1.87	2.77

○ **Resistencia óhmica del Devanado del Rotor de Excitatriz (mΩ)**

Equipo utilizado : **Micro Ohmímetro**
 Marca : AEMC
 Modelo : 6250
 Temp. Bobinado : 33.0 °C
 Temp. Ambiente : 32.1 °C
 HR% : 70.0 %

U – V PHASE	V – W PHASE	W – U PHASE
3.36	3.376	3.36

○ **Resistencia de Aislamiento del Rotor de Excitatriz vs Masa**

Equipo utilizado : **Megómetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : MIT525 US
 Temp. Bobinado : 32.0 °C
 Temp. Ambiente : 32.1 °C
 HR% : 70 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ROTOR DE EXCITATRIZ					
TENSION DE PRUEBA 500 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
UVW vs masa	4290	5730	13340	1.34	2.33
UVW masa (40°C)	522	751	1787	1.44	2.38

○ **Resistencia óhmica del Devanado del Rotor Principal (mΩ)**

Equipo utilizado : **Micro Ohmímetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : DLRO10HD
 Temp. Bobinado : 31.1 °C
 Temp. Ambiente : 26.9 °C
 HR% : 86.6 %



L1 – L2
154.8 mΩ

○ **Resistencia de Aislamiento del Rotor Principal vs Masa**

Equipo utilizado : **Megómetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : MIT525 US
 Temp. Bobinado : 32.0 °C
 Temp. Ambiente : 32.1 °C
 HR% : 70.0 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ROTOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 500 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
Bobinado vs masa	3430	4717	15610	1.39	3.31
Bobinado vs masa (40°C)	58	78	191	1.34	2.45

- Pruebas Eléctricas Estáticas al transformador 1P1, transformador de tensión para potencia de excitación y medición de valor real, se concluye a usar el mismo.

○ **Resistencia óhmica del Devanado de Baja Tensión (mΩ)**

Equipo utilizado : **Micro Ohmímetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : DLRO10HD
 Temp. Bobinado : 33.0 °C
 Temp. Ambiente : 33.2 °C
 HR% : 65.5 %

A – B PHASE	B – C PHASE	C – A PHASE
188.7	186.8	187.4

2A – 2B PHASE	2B – 2C PHASE	2C – 2A PHASE
664.3	668	673.8

○ **Resistencia óhmica del Devanado de Alta Tensión (Ω)**

Equipo utilizado : **Micro Ohmímetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : DLRO10HD
 Temp. Bobinado : 33.0 °C
 Temp. Ambiente : 33.2 °C
 HR% : 65.5 %



A – B PHASE	B – C PHASE	C – A PHASE
1102	1100.7	1103

- Resistencia de Aislamiento del Bobinado de Alta Tensión vs Masa

Equipo utilizado : Megómetro
 Marca : MEGGER
 Modelo : MIT525 US
 Temp. Bobinado : 32.0 °C
 Temp. Ambiente : 32.1 °C
 HR% : 57.0 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ALTA TENSIÓN					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
ABC vs masa	69800	80600	103100	1.15	1.23

- Medida de holgura de los cojinetes lado libre y lado acople respecto al eje.

Se montaron los cojinetes y se revisó sus medidas internas respecto a su eje de apoyo, encontrándose lo siguiente. **Se recomienda un control a los 6 meses.**

Valor medido en mm							
Ø Chumacera		Ø Eje		Luz diametral		Tolerancias	
LNA	LA	LNA	LA	LNA	LA	Min	Max
354.99	400.085	354.69	399.55	0.30	0.53	0.329	0.422

Según **DIN 31 698 – DIN 7161**

- Verificación del aislamiento de los transformadores de intensidad para potencia de excitación de cortocircuito por fase.

Resistencia de aislamiento con 500 VDC, Tamb. 33.2 °C, HR. 65.5 %

TC3 > 1.0 T Ω

TC2 > 1.0 T Ω

TC1 > 1.0 T Ω



Resistencia Óhmica Tamb. 33.2 °C, HR. 65.5 %

TC3 → 168.99 mΩ

TC2 → 168.63 mΩ

TC1 → 173.32 mΩ

- Verificación del aislamiento del transformador de intensidad para funcionamiento en paralelo.

Resistencia de aislamiento con 500 VDC, Tamb. 33.2 °C, HR. 65.5%

TC0 > 1.0 T Ω

Resistencia Óhmica Tamb. 33.2 °C, HR. 65.5%

TC0 → 2591mΩ ≈ 2.6 Ω

- Verificación del aislamiento de los transformadores de intensidad para medición y protección.

Resistencia de aislamiento con 500 VDC, Tamb. 33.2 °C, HR. 65.5%

TI3 > 1.0 T Ω

TI2 > 1.0 T Ω

TI1 > 1.0 T Ω

Resistencia Óhmica T.amb. 33.2 °C, HR. 65.5%

TC3 → 0.0633 mΩ

TC2 → 0.0621 mΩ

TC1 → 0.0655 mΩ

HEATERS: Resistencia Óhmica de calefaccion

1HE1 – 1HE2 = 72 Ω

2HE1 – 2HE2 = 72 Ω

3HE1 – 3HE2 = 71.3 Ω

Resistencia de aislamiento de heaters a 500 VDC: 1' = 2.02 GΩ



- Identificación de descargas Parciales en las ranuras, cuñas sueltas para su retiro, en la parte central las cuñas están en buenas condiciones solo existe cuñas sueltas en los finales de ranura a ambos extremos.

LADO CONEXIÓN:

14, 77, 78, 85, 102.

LADO NO CONEXIÓN:

62, 86, 109, 117, 157.

- En la ranura 142 entre los paquetes 3 y 4 presentaba descargas parciales.
- El resto de cuñas está en condiciones aceptable siendo la mayoría al 100% y 20 cuñas al 90%. De los cuales la ranura en mención presentaba descargas parciales en grado menor y las mismas han sido curadas.
- En primer lugar, una limpieza profunda y luego se aplicó barniz 6976 y luego al extremo de la ranura el barniz 6977.
- En seguida se estufo para luego aplicar la resina en la parte activa y cabeza de bobina.

MAPEO DE CUÑAS

LC					LNC					LC					LNC					LC					LNC				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
1					43					85					127														
2					44					86					128														
3					45					87					129														
4					46					88					130														
5					47					89					131														
6					48					90					132														
7					49					91					133														
8					50					92					134														
9					51					93					135														
10					52					94					136														
11					53					95					137														
12					54					96					138														
13					55					97					139														
14					56					98					140														
15					57					99					141														
16					58					100					142														
17					59					101					143														
18					60					102					144														
19					61					103					145														
20					62					104					146														
21					63					105					147														
22					64					106					148														
23					65					107					149														
24					66					108					150														
25					67					109					151														
26					68					110					152														
27					69					111					153														
28					70					112					154														
29					71					113					155														
30					72					114					156														
31					73					115					157														
32					74					116					158														
33					75					117					159														
34					76					118					160														
35					77					119					161														
36					78					120					162														
37					79					121					163														
38					80					122					164														
39					81					123					165														
40					82					124					166														
41					83					125					167														
42					84					126					168														



- Se realizó la limpieza total de partes del generador, como los housing, cojinetes, laberintos, tapas frontales, cubiertas de fibra de vidrio, etc.
- Se mantuvo estufado el estator del generador; luego se retiró las cubiertas de estufado del estator principal estando entre 50 °C y 60 °C los RTD's del bobinado para curado de DP.
- Aplicación de barniz conductor al núcleo magnético. .
- Limpieza con trapo seco al bobinado del estator para pintado final.

8.2. Pruebas eléctricas estáticas después del mantenimiento:

- **Resistencia óhmica del Devanado del Estator Principal (mΩ)**

Equipo utilizado : **Micro Ohmímetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : DLRO10HD
 Temp. Bobinado : 32.0 °C
 Temp. Ambiente : 30.0 °C
 HR% : 73.0 %

U – U' PHASE	V – V' PHASE	W – W' 4 PHASE
27.43	28.25	27.55

- **Resistencia de Aislamiento del Estator Fase U vs VW a Masa**

Equipo utilizado : **Megómetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : MIT 525 US
 Temp. Bobinado : 39.0 °C
 Temp. Ambiente : 35.7 °C
 HR% : 57.3 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
U vs VW masa	3250	6650	37400	2.05	5.63



○ **Resistencia de Aislamiento del Estator Fase V vs UW a Masa**

Equipo utilizado : **Megómetro**
Marca : MEGGER
Modelo : MIT 525 US
Temp. Bobinado : 39.0 °C
Temp. Ambiente : 35.7 °C
HR% : 57.3 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
V vs WU masa	3420	6560	37400	2.04	5.7

○ **Resistencia de Aislamiento del Estator Fase W vs UW a Masa**

Equipo utilizado : **Megómetro**
Marca : MEGGER
Modelo : MIT 525 US
Temp. Bobinado : 39.0 °C
Temp. Ambiente : 35.7 °C
HR% : 57.3 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
W vs UV masa	3210	6680	33900	2.02	5.22

○ **Resistencia de Aislamiento del Estator Fase UVW vs Masa**

Equipo utilizado : **Megómetro**
Marca : MEGGER
Modelo : MIT 525 US
Temp. Bobinado : 39.0 °C
Temp. Ambiente : 35.7 °C
HR% : 57.3 %



MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR PRINCIPAL					
TENSION DE PRUEBA 5000 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
UVW vs masa	1310	2590	14330	1.97	5.53

○ **Resistencia óhmica del Devanado del Estator de Excitatriz (mΩ)**

Equipo utilizado : **Micro Ohmímetro**
 Marca : Vici
 Modelo : VC480C+
 Temp. Bobinado : 36.0 °C
 Temp. Ambiente : 34.3 °C
 HR% : 63.0 %

(+)1 F1 – (-)1 F2	(+)2 F1 – (-)2 F2
2.50 Ω	9.15 Ω

○ **Resistencia de Aislamiento del Estator de Excitatriz vs Masa**

Equipo utilizado : **Megómetro**
 Marca : MEGGER
 Modelo : MIT 525 US
 Temp. Bobinado : 39.0 °C
 Temp. Ambiente : 35.7 °C
 HR% : 57.3 %

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ESTATOR DE EXCITATRIZ					
TENSION DE PRUEBA 500 VDC					
Bornes de prueba	AISLAMIENTO (MΩ)			DAR	IP
	TIEMPO (min)				
	0,5	1	10		
Bobinado vs masa	3750	6640	17410	1.77	2.62
Bobinado vs masa (40°C)	979	1091	1232	1.13	1.13

Las medidas de aislamientos del estator y rotor principal, estator y rotor de excitatriz están en buenas condiciones luego del mantenimiento de acuerdo a estándares internacionales (IEEE Std. 43 – 2006, IEC60085).



Referencia:

Norma IEEE Std-43 - Recommended practice for testing insulation resistance of rotating machinery.

Table 1—Guidelines for dc voltages to be applied during insulation resistance test

Winding rated voltage (V)*	Insulation resistance test direct voltage (V)
<1000	500
1000–2500	500–1000
2501–5000	1000–2500
5001–12 000	2500–5000
>12 000	5000–10 000

**Table 2 – Recommended minimum values of polarization index for all machine components
Insulation classes per IEC 60085-01: 1984**

Thermal class rating	Minimum PI
Class A	1.5
Class B	2.0
Class F	2.0
Class H	2.0

Table 3 – Recommended minimum insulation resistance values at 40°C (all values in MΩ)

Minimum insulation resistance	Test Specimen
$IR_{1min} = kv + 1$	For most winding made before about 1970, all field winding, and others not described below
$IR_{1min} = 100$	For most DC armature and AC winding built after about 1970 (form-wound coils)
$IR_{1min} = 5$	For most machines with random-wound stator and form-wound coils rates below 1kV

- Prueba de diodos nuevos

POLARIZADO	DIRECTA	INVERSA
1	0.351 VDC	OL
2	0.364 VDC	OL
3	0.357 VDC	OL
4	0.361 VDC	OL
5	0.365 VDC	OL
6	0.363 VDC	OL

- Conexión del rotor principal al sistema rectificador.
- Conexión del rotor excitatriz al sistema rectificador.
- Prueba de aislamiento del housing inferior lado libre.



NOTA: Se evaluó la Resistencia de aislamiento de las chumaceras, encontrándose estas directas a masa, se observó el aislamiento trajoado, en el cual se podrá ver en las fotos, por lo que se recomienda el cambio de chumaceras.

- Montaje del babbit inferior lado libre.
- Montaje del babbit inferior lado acople
- Montaje del babbit superior lado libre
- Montaje del babbit superior lado acople
- Montaje de casquete superior del housing lado libre
- Montaje del casquete superior del housing lado acople.
- Alineamiento del estator de excitatriz con respecto al rotor de excitatriz, quedo en mejores condiciones que las iniciales.

0°: 2.50 mm – 90°: 2.30 mm 180°: 2.30 mm 270°: 2.40 mm

- Medida del entre hierro entre el estator y rotor principal, quedo en mejores condiciones que las iniciales.

- LL: 0°: 9.80 mm 90°: 10.5 mm 180°: 10.60 mm 270°: 10.70 mm

- LA: 0°: 10.60 mm 90°: 12.00 mm 180°: 10.60 mm 270°: 10.00 mm

- Conexionado del estator de excitatriz.
- Montaje de las cubiertas de fibra de vidrio del bobinado del estator del lado no conexiones (lado acople).
- Montaje de las cubiertas de fibra de vidrio del bobinado del estator del lado conexiones (lado acople).
- Montaje de los laberintos del cojinete lado acople.
- Montaje del laberinto del cojinete lado libre.
- Montaje de soporte y tapas frontales lado libre y lado acople.
- Monitoreo dinámico del generador, temperaturas, vibraciones, tensiones y corrientes, todo conforme.

Las pruebas eléctricas estáticas e inspección mecánica dieron por resultado luego del mantenimiento buena condición para la operación. Se utilizaron las mismas partes ya que no se contaban con repuestos en sitio, pero se recomienda cambiar Housing lado libre (reemplazo del papel aislante) e inspección de cojinetes a los 6 meses.



- **Pruebas Dinámicas del Generador:**

- 1. Pruebas de Funcionamiento del Generador - 2000 KW**

Tensión en Línea	14.2 KV
Corriente	688 A
Frecuencia	60 Hz
Velocidad	516 RPM
Temp. Ambiente	35.0 °C
Tiempo de Inspección	3 hrs (21/10/17)

Los valores se encuentran dentro de tolerancia de acuerdo a la norma **ISO 8528-9: 1995 Equipos de generación de corriente alterna accionados por motores de combustión interna de vaivén: Parte 9: Medición y evaluación de las vibraciones mecánicas**

Tabla 7.3. Velocidad de vibración, V_{rms}

Velocidad declarada del motor (rpm)	Valor 1 (mm/s)	Valor 2 (mm/s)
≥ 1300 pero < 2000	20	28
> 720 pero < 1300	18	22
≥ 720	15	20



2. Medida de Temperaturas de bobinado y cojinetes.

Las temperaturas del bobinado y cojinetes subieron en forma continua llegando a estabilizarse en los valores que se indica.

Punto	T (°C)
Fase U	70
Fase V	70
Fase W	70
LL	79
LA	77

Los valores de vibraciones, temperaturas, corriente y tensión se encuentran en buenas condiciones de operación y estables.

Las pruebas eléctricas estáticas y dinámicas dieron por resultado buena condición de operación y se recomienda monitoreo periódico de la unidad; a la vez limpieza periódica del bobinado del estator para evitar acumulación de contaminación por polvo.

9. TRABAJOS PENDIENTES:

- Ninguno.

10. ACUERDOS CON EL CLIENTE:

- Presentar informe técnico.

11. COMENTARIOS Y/O OSERVACIONES:



- Se encontró el air gap entre estator y rotor de la excitatriz fuera de tolerancia, luego del mantenimiento se mejoraron las medidas.
- El air gap entre estator y rotor principal se encontraba dentro de tolerancia, de acuerdo a manual del fabricante el entre hierro es adecuado si un valor único medido no se desvía de un 10% del valor medio.
- Ambos babbits inferiores de cada lado del generador; es decir lado libre y lado acople indica un mal asentamiento (babbit parte interna) del eje sobre estos, existía fallas de leve desalineamiento.
- En la inspección visual **del housing lado libre** se encontró el aislante en mal estado.
- Los cojinetes lado libre y lado acople están dentro de límite mínimo permisible respecto al eje, de acuerdo a la norma **DIN 31 698 – DIN 7161**.
- Al retirar el rotor se evidencio descargas parciales en los finales de ranura en el lado conexión y lado no conexión, luego del mantenimiento del estator se procedió con el curado.
- No se encontraron cuñas sueltas
- Limpieza del estator y rotor principal con solvente dieléctrico, sin novedad.
- Lavado con solvente dieléctrico al estator principal, sin novedad.
- Tratamiento térmico del estator.
- Aplicación de resina.
- Aplicación de pintura conductora, semiconductor y barniz de acabado al estator principal.
- Se realizó la sustitución del rotor, sin novedades.
- Se realizó pruebas estáticas al transformador 1PT de tensión para potencia de excitación y medición de valor real, estando en buenas condiciones.
- Los valores de resistencia óhmica del Estator Principal, se aprecia buen estado de los mismos dándonos información de la no existencia de cruce entre espiras, referencia **IEEE Std. 118 – Test Code for Resistance Measurement**.
- Los valores de resistencia óhmica del Estator Excitatriz, se aprecia buen estado de los mismos dándonos información de la no existencia de cruce entre espiras, referencia **IEEE Std. 118 – Test Code for Resistance Measurement**.
- Los valores de resistencia óhmica del Rotor Principal, se aprecia buen estado de los mismos dándonos información de la no existencia de cruce entre espiras, referencia **IEEE Std. 118 – Test Code for Resistance Measurement**.



- Los valores de resistencia óhmica de Rotor Excitatriz, se aprecia buen estado de los mismos dándonos información de la no existencia de cruce entre espiras, referencia **IEEE Std. 118 – Test Code for Resistance Measurement**.
- Medida de Resistencia de aislamiento del Estator Principal, **resultado conforme de acuerdo a IEEE Std. 43-2000**.
- Medida de Resistencia de aislamiento del Estator de Excitatriz, **resultado conforme de acuerdo a IEEE Std. 43-2000**.
- Medida de Resistencia de aislamiento del Rotor Principal, **resultado conforme de acuerdo a IEEE Std. 43-2000**.
- Medida de Resistencia de aislamiento del Rotor de Excitatriz, **resultado conforme de acuerdo a IEEE Std. 43-2000**.
- Se aplicó el torque adecuado a los pernos de fijación eléctrica.
- Se aplicó el torque adecuado a los pernos de fijación mecánica.
- La unidad se trasladó a su lugar de trabajo sin inconvenientes.
- Se realizó el alineamiento mecánico
- La cantidad de impurezas metálicas debe ser inferior a las 100 ppm.
- Puesta en servicio del generador estando todo en condiciones normales a plena conformidad del cliente.
- Se recomienda reemplazo de los sellos de laberintos en un periodo no mayor de 8 meses.

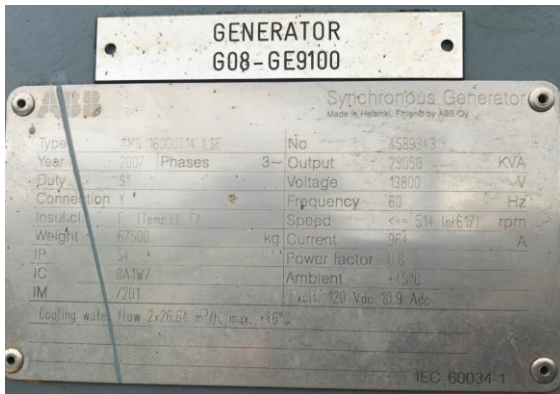
Panamá, 18 de Diciembre de 2017

Isaias Robles
Field Service Engineer & LEAP
Sucursal Panamá de ABB, S.A

Rodolfo Segundo
Representante Oficial de Contrataciones
Autoridad del Canal de Panamá



Preparación de la vía de Movimiento



Placa de Datos



Preparación de la vía de Movimiento



Desarme Parcial y Retiro de Tapas



Colocación de extensión de Eje



Extracción de Rotor



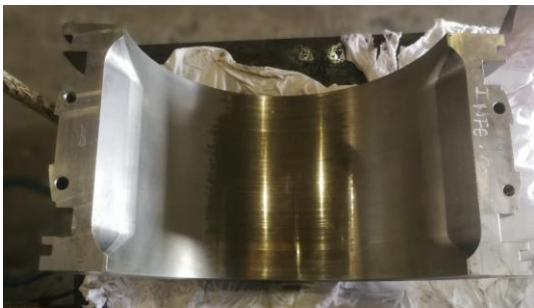
Estator



Rotor Principal



Medición e inspección de cojinetes



Inspección de cojinetes



Estator de Excitatriz



Identificación de descargas parciales



Descargas Parciales



Limpieza de estator



Curado de descargas Parciales



Aplicación de Pintura Semi-Conductiva



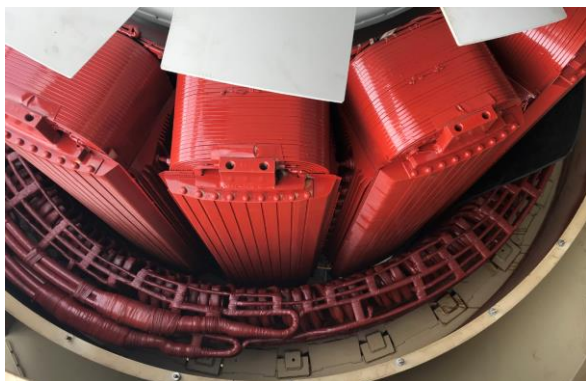
Aplicación de Barniz de acabado



Acabado final



Colocación de rotor Nuevo en la bancada



Colocación de rotor en su posición inicial



Colocación de rotor en su posición inicial



Colocación de rotor en su posición inicial-Vista de DE



Cojinetes después de su mantenimiento



Montaje de partes mecánicas



Colocación de tapas y fibra



Se encontraron daños en el aislamiento de
Housing-NDE



Sellado con Curil T



Montaje de tapas de inspección



Armado del acople



Acople instalado



Montaje y armado completado