

Nº Comité de Estudio: 23

Nº IV SESEP: CE 23.04

Revisión general de los disyuntores de 500kv tipo dlf q8tv, con extinción y accionamiento a aire comprimido localizados en la subestación margen derecha de la Itaipú Binacional

Ing. Jorge Fraire
Itaipu Binacional

Ing. Andrés Bordón
Itaipu Binacional

Ing. Luiz Fernando Pisa
Itaipu Binacional

Autor Responsable: Ing. Andrés Bordón
Ciudad del Este-Paraguay: 061-5992343
E-mail: bordong@itaipu.gov.py

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo mostrar las distintas fases que tuvieron lugar en el proceso de revisión de los disyuntores arriba mencionados.

La decisión de efectuar estos trabajos fue debido a las frecuentes pérdidas de aire que se venían sucediendo en los distintos componentes de los equipos, motivados por el fin de la vida útil de algunos de sus componentes, fundamentalmente a juntas y anillos de estanqueidad, trayendo como consecuencia una disminución de confiabilidad y en varios casos la indisponibilidad para el sistema, así como el comprometimiento de otros equipos asociados (compresores de aire).

Esta revisión exigía el desmontaje completo de las bicámaras y sus accesorios, por lo que hubo que hacer no sólo un levantamiento completo de las piezas de reposición, de los equipos de apoyo y herramientas especiales necesarias, conforme manuales de fabricante, como también la preparación técnica especializada de los recursos humanos necesarios para llevar a cabo con éxito la ejecución de este trabajo ¹.

Palabras claves: Disyuntores de Subestación, revisión, ensayos, desmontaje y montaje.

1. INTRODUCCIÓN

Los disyuntores de 500 kV DLF q8tv instalados en la Subestación Margen Derecha, patio de 4.000A fueron colocados en operación en el año 1.984. En estos disyuntores son practicados mantenimientos periódicos preventivos con periodicidades de uno, dos y cuatro años.

Estos disyuntores están asociados a las barras A2 y B2 de 500 KV y a las líneas de entrada y salida de la Subestación, totalizando 06 disyuntores, conforme figura 1.

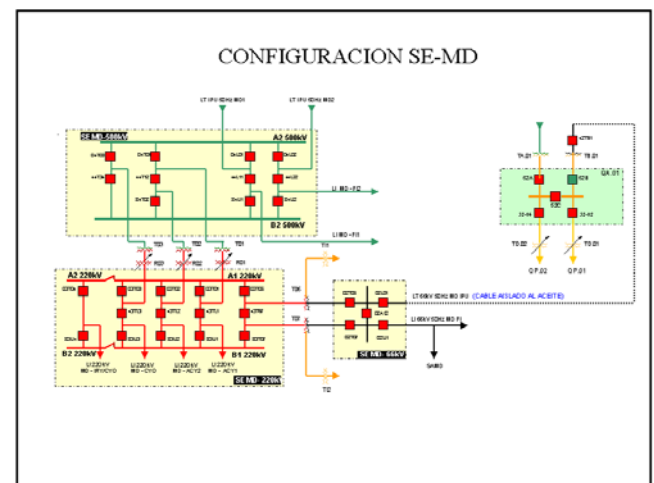


Fig. 1

2. HISTÓRICO

Desde 1.997 comenzaron a manifestarse en forma más acentuada y repetitiva pérdidas de aire por las bicámaras de los disyuntores. Este tipo de defecto ocurría principalmente en época de invierno y durante maniobras en los mismos.

El efecto de la temperatura baja sobre las juntas produce la rigidez de las mismas, principalmente sobre las del tipo bilabial, lo que provoca una deficiente estanqueidad durante las maniobras, provocando pérdidas de aire, y consecuentemente produciendo en algunos casos la indisponibilidad del equipo, como así también el funcionamiento excesivo de los motocompresores de las estaciones de aire comprimido con la consiguiente disminución de la vida útil de los mismos.

Estos hechos nos obligó a tomar acciones correctivas a los efectos de minimizarlos.

En consultas realizadas con el fabricante se llegó a la conclusión de que las diversas juntas instaladas en el disyuntor estaban en el fin de su vida útil, lo que combinado a los efectos de la baja temperatura hacían que estas pérdidas aumentasen considerablemente, tanto en volumen como en frecuencia. A partir de estas premisas se inicia una planificación para la revisión general de los disyuntores.

Obs.: como dato ilustrativo, el número de partida de los compresores era de 40 a 50 veces por día, siendo lo normal indicado en el manual de hasta 8 veces

3. REVISIÓN

3.1 Construcción

El disyuntor consta de tres polos idénticos y un armario con aparatos de mando. Su característica distintiva es el número de cámaras (ocho) de extinción por polo.

- La figura 2, muestra un disyuntor con sus componentes externos principales:



Fig 2.

- Unidad de cuatro bicámaras de extinción
- Capacitores
- Conjunto LK en Y
- Columna de aislador soporte
- Varilla de maniobra (internamente)

- Depósito de aire abridado a la caja de empalme
- Bloque de mando (caja de contactos auxiliares)
 - . Válvula Solenoide (bobinas de cierre y apertura)
 - . Accionamiento de los contactos auxiliares
- Válvula de seguridad
- Accionamiento varilla de maniobra
- Tablero de mando del disyuntor principal
- Tablero compresor aire
- Interconexiones neumáticas y eléctricas

3.2 Componentes de una bicámara del disyuntor

- Mecanismo de Accionamiento que comprende:
 - . Contactos fijo y móvil
 - . Válvula de escape
 - . Válvula de ventilación
 - . Accionamiento del contacto móvil
 - . Aislador de comando
- Válvula de control
- Válvula de sople

Fotos ilustrativas de las piezas se muestran en las Fig. 3, 4, 5 y 6.

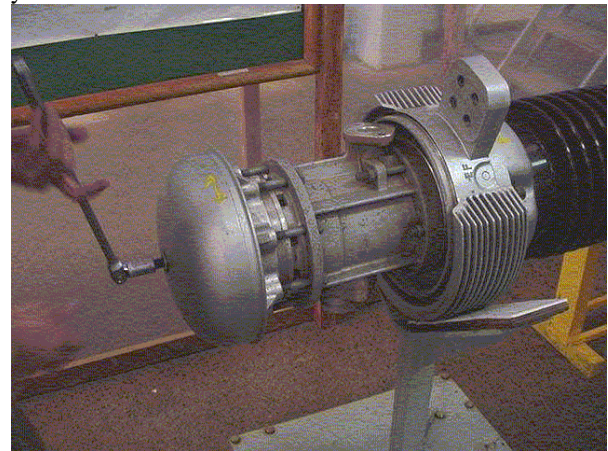


Fig. 3

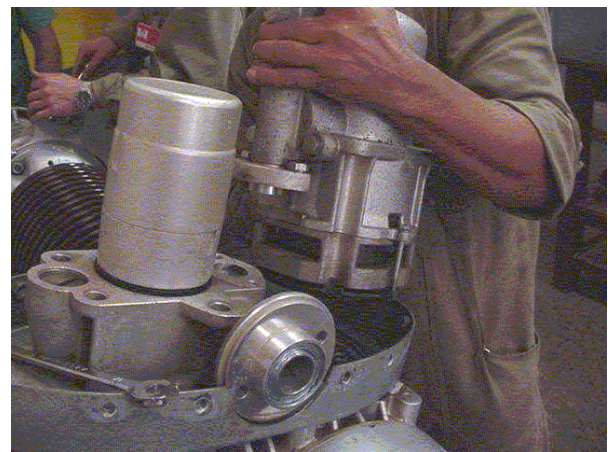


Fig. 4

3.3 Juntas y grasas utilizadas para la revisión del disyuntor

La empresa Itaipu Binacional poseía en stock desde 1980 un número apreciable de juntas como reserva, como así también de grasas y lubricantes. Ante el tiempo de almacenaje la Itaipu consultó con el fabricante y otras empresas la posibilidad de que las mismas puedan ser utilizadas. Las recomendaciones de los mismos fueron de no utilizarlas debido a la pérdida de alguna de sus propiedades características, tales como flexibilidad y resistencia a la tracción para las juntas, mientras que para las grasas y lubricantes estaban con plazos de validez vencidas. Fue descartado cualquier intento de nacionalizar las juntas necesarias (por equivalentes) debido a experiencias mal sucedidas en otras empresas, por lo que fue necesario recurrir a la adquisición en forma directa con el propio fabricante.



Fig. 5



Fig. 6

Relación de juntas y de grasas

Juntas del tipo: Neoprene, Buna N.
Juntas del tipo de goma de silicona

Clasificación de juntas: bilabiales de abertura interna y externa, de impacto, de estanqueidad anillos (O' rings).

Total de juntas por Disyuntor: **924 piezas**

- . Accionamiento contacto móvil
Cantidad: 216 piezas
- . Válvula de escape
Cantidad: 168 piezas
- . Válvula de ventilación
Cantidad: 48 piezas
- . Válvula de control
Cantidad: 96 piezas
- . Válvula de soplo y cámara de extinción
Cantidad: 144 piezas
- . Accionamiento de la vara de maniobra
Cantidad: 54 piezas
- . Periféricos
Cantidad: 72 piezas
- . Válvula Solenoide
Cantidad: 66 piezas
- . Accionamiento de los contactos auxiliares
Cantidad: 60 piezas

Otras piezas metálicas que se cambian de acuerdo al estado de desgaste o deformación, que se encuentren: contactos principales fijos y móviles, variedades de pistones, arandelas, tornillos, anillos, etc.

Grasa para lubricación: Renolit HLT2
Silicone tipo 55 Molykote
Silicone tipo 33 Molykote
Loctite 221 e 241 (bajo/alto torque)
Goma para fijación de O' rings: Hylomar

3.4 Tiempo de revisión para cada disyuntor

Fue preestablecido un tiempo de 4 días útiles de trabajo por fase totalizando un tiempo total de 14 días útiles incluidos los ensayos finales correspondientes.

3.5 Secuencia de desmontaje

Fue definido el esquema de desmontaje partiendo de la retirada individual de las bicámaras, previa despresurización del módulo y desconexión de las interligaciones aéreas con las otras bicámaras y de los equipos adyacentes.

A los efectos de proteger las varas de maniobra (fibra de vidrio) durante el desmontaje de la bicámara, fue colocada una protección de apoyo (almohadilla de espuma) entre la pared y la columna soporte de la bicámara.

Observación: Vease atentamente la posición de los estropos y aparejo a los efectos de poder retirar la bicámara con el

ángulo correspondiente y evitar daños en la vara de maniobra. Observe la figura 7.



Fig. 7

Importante: A los efectos de evitar una contaminación interna a través del medio ambiente, fue confeccionado una tapa ciega, una especie de bonete, a los efectos de poder mantener una presión positiva en el módulo, durante el tiempo de revisión de esa bicámara. Fotografía mostrada en la figura 8.

El procedimiento de desmontaje fue obedecido conforme manual del fabricante.



Fig. 8

Cuidados especiales: siempre marcar la posición de las piezas cuando se desmontan a los efectos de no variar su posición de origen durante el montaje.

Durante la revisión fue aprovechado para verificar el estado de los contactos principales: fijo y móvil.

Como resultado de esta inspección fue detectado que algunos contactos presentaban poco desgaste y una pequeña disminución en el recubrimiento de plata. Aquellos que presentaron mayor desgaste fueron substituidos y el resto reaprovechado.

Ensayos preliminares

1) De estanqueidad:

Una vez revisada la bicámara se pasa a un banco de ensayo neumático, en donde se efectúa:

a. Apertura y cierre de los contactos principales de cada cámara a una presión aproximada de 8 a 10 Bar.

b. Ensayo de estanqueidad a una presión de 3 Bar durante una hora y verificación de ausencia de pérdida de aire con ayuda de un dispositivo detector de ruido (fuga de aire). En la figura 9, se muestra un ensayo de estanqueidad.



Fig. 9

2) Eléctricos:

Consiste en medir la resistencia de los contactos de la bicámara e individualmente por cámara con ayuda de un microhmímetro digital, con aplicación de 100A, en corriente continua. Valores de medición de referencia en torno de $20\mu\Omega$ por cámara.

4. RECURSOS HUMANOS, EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y DISPOSITIVOS DE ENSAYO

Los recursos humanos utilizados para este trabajo son propios de la empresa, así como los equipos de apoyo (grúa, camión con brazo hidráulico y canastas).

El entrenamiento fue efectuado por los mismos técnicos del área con una basta experiencia en el campo y con entrenamientos específicos utilizando bicámaras en situación de reserva a los efectos de verificar el conjunto de herramientas, de dispositivos especiales e instrucciones contenidas en el manual del fabricante, y las dificultades que eventualmente podrían surgir durante el proceso de revisión. Con esto se logró confeccionar herramientas especiales y específicas no contenidas en el manual, que agilizarían y facilitarían el proceso de desmontaje y montaje. Otros de los puntos resaltantes de este entrenamiento fue la creación de dispositivos para ensayo de estanqueidad a los efectos de

evitar retrabajos innecesarios que comprometan los plazos previamente establecidos.

También fueron verificados los diversos componentes internos tales como variedad de juntas, piezas metálicas, cuidados especiales en cuanto a la secuencia de desmontaje y montaje, con acompañamiento del respectivo manual.

Como existen centenas de juntas a ser cambiadas, y para facilitar y evitar olvidos o mezcla indeseable se realiza de antemano el empaquetamiento de juntas por componentes, como por ejemplo: todo lo que corresponde a la válvula de sople, para cada una de las 24 cámaras de un disyuntor, ya queda separado en una bolsa con un total de 12 juntas.

También se tiene en el local de los trabajos un muestrario, que consiste en un cuadro de juntas todas codificadas de cada componente y por parte, a efecto de comparar la antigua retirada con la actual a ser cambiada. En la figura 10 se muestra un equipo de trabajo con el cuadro de juntas en el fondo.



Fig. 10

Ensayos finales

. De estanqueidad

Nuevamente, se realiza un ensayo de estanqueidad pero con las bicámaras ya montadas y con presión de servicio nominal de 30 Bar durante aproximadamente 12 horas. También con el dispositivo detector de fuga de aire se monitorea todo el circuito neumático incluyendo el bloque de control de las electroválvulas, tuberías y estación de aire comprimido.

. Eléctricos

a. Ensayos de medición dinámicos para verificar el comportamiento de tiempo de apertura y cierre de los contactos, así como el tiempo de energización de las bobinas y contactos auxiliares.

El ensayo consiste en una medición trifásica de tiempo de todas las cámaras donde se verifica simultáneamente la

discrepancia entre las cámaras de una misma fase con las adyacentes. Para nuestro equipo específicamente, es necesario un oscilógrafo de por lo menos 30 canales.

b. Finalmente, una última medición de resistencia de contacto de las cuatro bicámaras (una fase completa) con ayuda del microhmímetro. Valores de medición de referencia en torno de $160\mu\Omega$ por cámara.

c. Ensayo adicional: medición de tenor de agua (PPM) del aire comprimido de los reservorios. Valores dejados después de la revisión en torno de 500 PPM. Siendo su valor límite establecido por el fabricante de 1.000 PPM.

5. CONCLUSIÓN

Después de la revisión se efectuó un acompañamiento en el desempeño del equipo a través de parámetros tales como:

Suceso de la revisión: Reducido el número de arranques de los compresores después de la revisión. Garantía de desempeño y estanqueidad para los próximos 10 años (tiempo estimado de vida útil de las vedaciones). Disminución del desgaste de los compresores por la reducción del número de partidas, y el tiempo de funcionamiento, debido a la buena estanqueidad. Parámetros de control después de la revisión indicaron suceso de los trabajos, como ser resistencia óhmica de contacto, tiempos de operación, punto de rocío, termografía, etc.

Seguridad en la ejecución de los trabajos: Todos los trabajos y actividades fueron entrenados (simulados) exhaustivamente antes de la revisión de forma a garantizar seguridad para los equipos y personales envueltos en las actividades. La secuencia de trabajos fue minuciosamente estudiada a fin de garantizar un procedimiento patrón para los trabajos.

Valorización de los recursos humanos propios de la empresa: La ejecución de los trabajos de revisión con mano de obra propia de Itaipu demostró la excelente calificación técnica que posee hoy el cuadro de personal, pues, fue posible realizar un trabajo de elevada complejidad técnica con procedimientos definidos, seguridad y la obtención de excelentes resultados de desempeño de los equipos, dentro de los plazos previstos.

Beneficio económico para la empresa: La realización de los trabajos con mano de obra propia posibilitó significativa reducción de costos una vez que en caso se convocase un supervisor del fabricante, este costo probablemente quedaría alrededor de 100,00 US\$/hora. La utilización de recursos propios optimizó el proceso de revisión por la excelente calificación técnica del personal, y conocimiento de las



COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

**IV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO -
SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA.**
30 de Noviembre al 02 de Diciembre de 2000
CIGRE – PARAGUAY

instalaciones y equipos, lo que proporcionó el cumplimiento de los plazos de desconexión inicialmente previstos.

Transferencia de conocimiento a técnicos de otras áreas buscando la polivalencia: Durante la ejecución de los trabajos, se ha procurado envolver la participación de todos los técnicos del Area de Mantenimiento, que fueron previamente entrenados, de forma a posibilitar una calificación adecuada de los mismos.

De forma similar ingenieros y técnicos de otras concesionarias de Energía Eléctrica, que poseen disyuntores del mismo tipo, han acompañado los trabajos de revisión en Itaipu para evaluar y comparar dificultades e infraestructuras de que deben disponerse para poder ejecutar un trabajo dentro de padrones de calidad requeridos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instrucciones de Montaje, Servicio y Mantenimiento del Disyuntor de Aire a Presión, tipo DLF 550 q8tv; Asea Brown Boveri (ABB).
2. Instrução de Manutenção: Disjuntor DLF 550kV; Divisão de Manutenção de Equipamentos de Transmissão – SMMT.DT
3. Parecer Técnico – Definición con respecto a la utilización y adquisición de juntas de vedaciones para la revisión general de los disyuntores, n° 9300.67.18259-P-R0
4. Curso de Disyuntores de 500kV a aire comprimido. Pedro Henrique Vivarelli

ⁱ : Este trabajo tuvo como colaboradores a: Pedro Vivarelli, Juan Antonio Giménez González; Délcio Renato Noal y Aurelio Aquino, técnicos especialistas de la Itaipu Binacional, y demás técnicos componentes del sector de Alta Tensión y Transformadores.