

SUSTITUCIÓN INTERRUPTOR GENERACIÓN DE LA CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO



BELÉN DÍAZ DE LA CRUZ
Ingeniero eléctrico
EMPRESARIOS AGRUPADOS



JORGE MANZANO
Ingeniero eléctrico
CENTRALES NUCLEARES
ALMARAZ-TRILLO (CNAT), A.I.E.



CÉSAR JÁVEGA LÓPEZ
Ingeniero eléctrico
EMPRESARIOS AGRUPADOS



JORDI MENA
Jefe de Ingeniería Eléctrica
CENTRALES NUCLEARES
ALMARAZ-TRILLO (CNAT), A.I.E.



DAVID OCHOA RUBIO
Jefe de proyecto eléctrico
EMPRESARIOS AGRUPADOS

INTRODUCCIÓN

Las centrales nucleares cuentan a día de hoy con un elevado nivel de exigencia de disponibilidad, que implica minimizar todas aquellas variables que puedan comprometer la producción de la central.

El sistema de generación de una central se debe proteger frente a fallos eléctricos que puedan derivar en una parada y limitar su disponibilidad de funcionamiento. El interruptor de generación es un dispositivo eléctrico de corte que se ubica a la salida del generador de una central de generación, antes del transformador principal y transformadores de los servicios auxiliares. Su función es la de interrumpir el circuito de generación, aislando así al grupo del resto de la red.

La existencia de un interruptor de generación en el sistema eléctrico de una central aporta ventajas como una mayor protección del sistema de generación, o una mayor simplicidad y flexibilidad en la operación de la planta, lo que se traduce en una mayor disponibilidad y rendimiento económico [1]. Sin embargo, a lo largo de la historia, otorgar al sistema de generación de un interruptor propio, no siempre ha sido sencillo. El desarrollo de la tecnología, que pronto dio lugar a un aumento significativo en la potencia de los generadores, ha representado también un gran reto a la hora de proteger los circuitos de generación.

HISTORIA

Los interruptores de generación, es decir, interruptores diseñados específicamente para su ubicación en la salida del generador, aparecieron en la década de los 60. Se utilizaban originalmente en centrales de unidades múltiples, donde varios generadores relativamente pequeños estaban conectados a una barra común.

Durante los años posteriores, el rápido aumento de la potencia de los generadores y niveles de corriente del sistema, llevaron a que los generadores excedieran las capacidades de corte de los interruptores existentes en la época [1]. Las centrales se configuraban en dichos casos con una conexión directa entre generador y transformador principal, recayendo sobre los interruptores del parque de la red exterior principal y de las barras de distribución eléctrica, la función de aislar el sistema de generación en caso de falta eléctrica. Otra alternativa era la disposición de dos interruptores de generación y dos transformadores en paralelo.

A partir de los años 80, la tecnología utilizada hasta el momento para el accionamiento de los interruptores (aire comprimido), fue reemplazada por el uso de SF6 [2]. Esto introdujo importantes adelantos en las prestaciones de los interruptores: mayores corrientes de corte, menores sistemas auxiliares, configuración más sencilla y robusta, etc.

En la actualidad existen dispositivos para generadores de potencia superior a 1000 MW con una capacidad de corte de hasta 250 kA y 300 kA [3].

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE C. N. TRILLO

La Central Nuclear de Trillo comenzó su operación en 1988. Se trata de una central PWR con una potencia instalada de 1066 MWe, diseño de la firma alemana Siemens-KWU.

El generador, modelo THDF 115/78 de Siemens, posee una tensión nominal de 27 kV e intensidad nominal de casi 25 kA. El sistema de generación es de neutro aislado de tierra y consta de tres barras de fase aislada para el trans-

porte de la corriente de generación, cada una de ellas con una envolvente de aluminio y refrigeración forzada a través de un flujo de aire que recorre el interior de los conductos de las barras.

Las barras conectan la salida del alternador, ubicado en el Edificio de Turbina, con el transformador principal 27/400 kV, de salida a la red exterior principal, y transformadores auxiliares 27/10 kV, para alimentación a los servicios auxiliares de la central. Todos los transformadores están ubicados en exteriores, junto al Edificio de Turbina. El interruptor de generación, se encuentra físicamente integrado en las barras de fase aislada, dentro de la elevación +5.000 de dicho edificio.

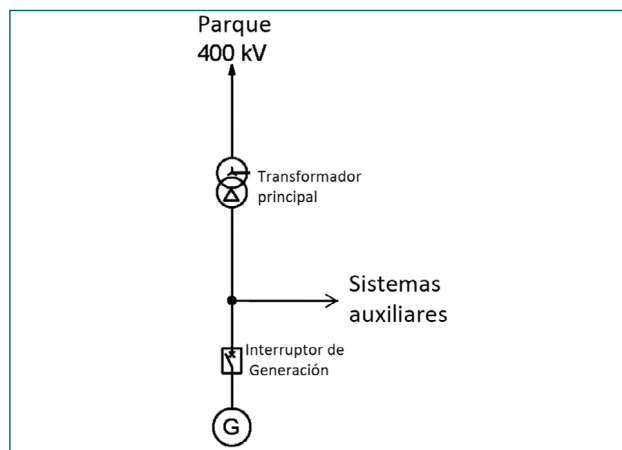


Imagen 1. Unifilar del circuito de generación de C.N. Trillo.



Imagen 2. Barras de fase aislada e interruptor de generación de C.N. Trillo.

En cuanto a otros dispositivos de aislamiento eléctrico adyacentes, se dispone de los del parque de 400 kV, que es de tipo intemperie de doble barra, con interruptor y medio para las calles de línea, y con un interruptor por barra en la calle de grupo. La salida hacia los servicios auxiliares, cuenta con interruptores en la acometida a cada una de las cuatro barras normales.

INTERRUPTOR DE GENERACIÓN DE C.N. TRILLO

El interruptor de generación de C.N. Trillo ha sido sustituido en la recarga R434, finalizada en junio de 2022.

El interruptor original, entró en operación en 1988 con la puesta en marcha de la central. Se trataba de un interruptor tripolar, modelo DR 36 de BBC, constituido por tres polos blindados, independientes y operados mediante aire comprimido.

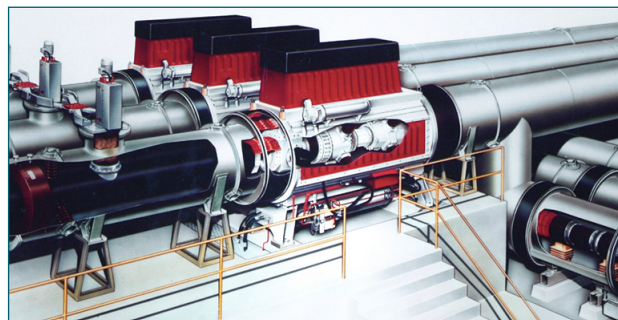


Imagen 3. Representación interruptor DR 36 de BBC [4].

Este modelo de interruptor cuenta con varios equipos auxiliares:

- Panel de control, donde se ubican los circuitos de apertura y cierre del interruptor. Este panel, durante su operación en C.N. Trillo, contaba con dos alimentaciones de 220 Vc.c. independientes para cada uno de los circuitos de apertura I y II y una tercera para el circuito de cierre. Además también recibía alimentaciones de 380 Vc.a, a través de las cuales se alimentaban los distintos motores del conjunto del interruptor y el circuito de caldeo.
- Las órdenes remotas (tanto automáticas como manuales) eran recogidas por este panel donde, a través de lógica cableada, se generaba la apertura y cierre de los polos. Contaba asimismo, con mando manual local, para accionar el interruptor desde el propio armario.
- Una estación compresora para el sistema de aire comprimido. Este antiguo modelo se servía de aire comprimido, tanto para el accionamiento de los polos, como para la extinción del arco eléctrico.
- Una estación de refrigeración de agua, para la refrigeración de las partes activas del interruptor. Adicionalmente, el flujo de aire de la refrigeración forzada de las barras de fase aislada, que atraviesa los polos del interruptor, contribuía también a su refrigeración.

El interruptor de generación se encuentra integrado en las barras de fase aislada, dentro de la elevación +5.000 del Edificio de Turbina. Tal y como se puede apreciar en la Imagen 4, se trata de un recinto con espacio limitado, tanto en altura como en planta.

Para el traslado de los equipos por el Edificio de Turbina, desde el exterior del edificio hasta la ubicación del interruptor, se dispone de una puerta de grandes dimensiones que da paso a una zona de muelle de descarga en la cota +0.000, huecos de 3.000x10.000 mm para paso de materiales entre las elevaciones +0.000 y +13.500, y un puente grúa y viga monorraíl para traslado de los materiales hasta la ubicación del interruptor de generación, en la elevación +5.000. Este puente grúa y viga monorraíl tenían originalmente una capacidad de 1 Tm (Imágenes 4 y 5).

ORIGEN DE LA NECESIDAD DE SUSTITUCIÓN

La necesidad de sustitución del interruptor DR 36 de BBC, vino motivada por varias causas: por un lado, la obsolescencia y, por otro, las exigentes necesidades de mantenimiento de ese modelo de interruptor.

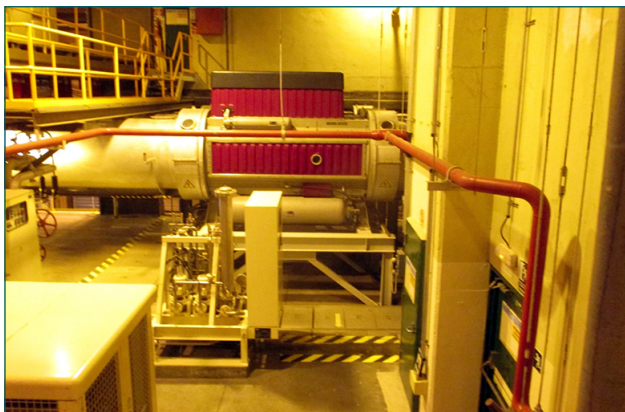


Imagen 4. Vista general del recinto donde se ubica el interruptor de generación dentro del edificio de Turbina, elevación +5.000.



Imagen 5. Vista del interruptor de generación desde la puerta de entrada del edificio de Turbina.

El interruptor de generación es, como se ha detallado en apartados anteriores, un equipo esencial para la operación de la central. La no disponibilidad del equipo conlleva la parada de la producción. Por eso, la falta de repuestos y de personal conocedor de la tecnología de este modelo de interruptor, se traduce en una amenaza para la disponibilidad de la planta.

Adicionalmente, la disponibilidad en el mercado de nuevas tecnologías, más sencillas, con un mantenimiento menos intensivo y tasas de fallo inferiores, llevaron a tomar finalmente la decisión de renovar el interruptor de generación.

PROCESO DE SUSTITUCIÓN DEL INTERRUPTOR DE GENERACIÓN

El proyecto para la sustitución del interruptor de generación de C.N. Trillo comenzó en 2019. Desde su inicio, hasta la puesta en marcha del equipo, el proyecto ha recorrido las distintas etapas que se explican continuación:

Especificación del nuevo interruptor

Para la especificación del nuevo interruptor, y siempre de forma adicional a los requisitos exigidos por la normativa aplicable, se tienen en cuenta dos factores principales, por un lado, las condiciones impuestas por la instalación existente y, por otro lado, el estado del arte actual.

El interruptor de generación, es un equipo de No Seguridad, que no tiene requisitos sísmicos ni ambientales.

El nuevo interruptor debe cubrir las características eléctricas nominales del sistema, y tener capacidad suficiente para

poder soportar y despejar de manera rápida la intensidad de cortocircuito en caso de falta.

Estudio de cortocircuito del sistema de generación

Para definir los requisitos de cortocircuito, es indispensable partir de un estudio eléctrico actualizado del sistema de generación. Para ello, mediante los datos actualizados de red exterior, transformador principal, generador, barras de fase aislada y transformadores auxiliares, se modeló el sistema y se realizó el cálculo de las intensidades de cortocircuito trifásico máximo, considerando diferentes tiempos de interrupción.

La intensidad de cortocircuito de C.N. Trillo es de 150 kA (valor eficaz de intensidad simétrica a 60ms), lo que supone una importante barrera técnica de entrada para muchos de los interruptores de generación del mercado.

Restricciones dimensionales y creación de un modelo 3D digital del Edificio de Turbina

La idoneidad del nuevo interruptor de generación estuvo también condicionada por el escaso espacio disponible en el recinto donde se ubica el equipo y las zonas de paso del Edificio de Turbina. Esto impone límites, primero, a las dimensiones del nuevo interruptor de generación y, segundo, al nivel de despiece del interruptor y equipos auxiliares necesario para su traslado hasta la zona de instalación.

Para seleccionar el recorrido idóneo que debían seguir los materiales a través del Edificio de Turbina durante el montaje y prever todas las interferencias existentes a lo largo de cada recorrido, se realizó en 2020 el digitalizado del Edificio de Turbina, mediante el sistema de captura de nube de puntos. Con esta información se realizaron distintos análisis para definir el recorrido menos problemático, el volumen máximo admisible de cada bulto a trasladar, los distintos medios de transporte requeridos (grúas, trolley, camión, etc.), las interferencias que era necesario resolver antes de comenzar con el montaje (desplazamiento de tuberías y soportes, refuerzos de trámex, etc.) y reproducir con precisión los movimientos requeridos en cada punto del recorrido (Imágenes 6, 7 y 8).

Evaluación técnica de ofertas

El enfoque del proyecto de sustitución del interruptor buscó ocasionar el mínimo impacto en la central, limitando las modificaciones sobre las interfases con el interruptor, aun-

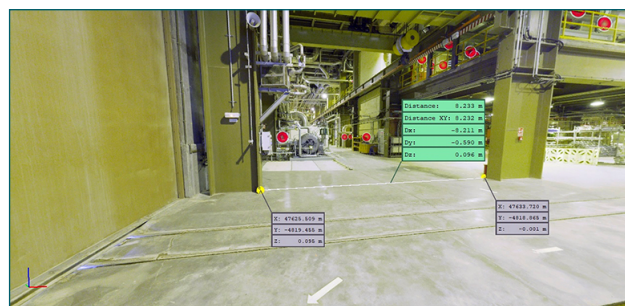


Imagen 6. Medida de los espacios disponibles para paso de los equipos en cota +0.000, mediante el visualizador del digitalizado del edificio de turbina.

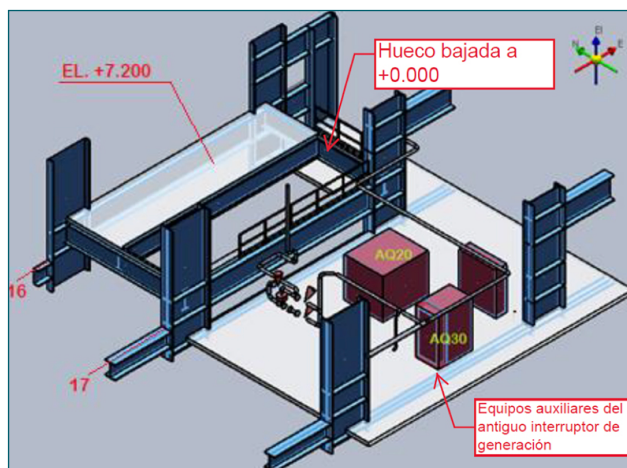


Imagen 7. Modelado 3D de los equipos auxiliares del interruptor antiguo.

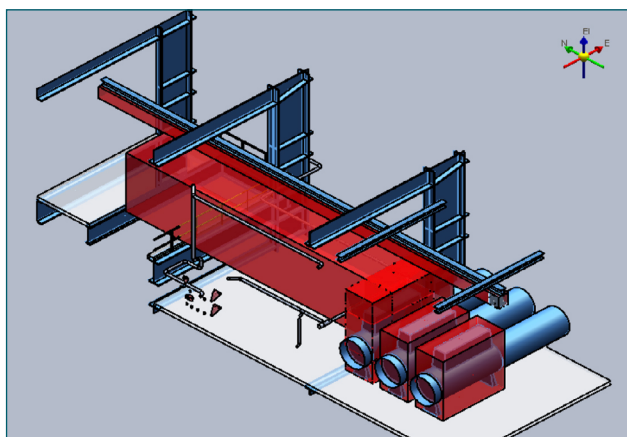


Imagen 8. Modelado de la extracción de cada uno de los polos.

que siempre valorando las innovaciones técnicas surgidas en este tipo de equipos y las mejoras que estas pueden introducir en el sistema.

El objetivo fue encontrar la alternativa más competitiva para el caso de C.N. Trillo, el interruptor que mejor representase el equilibrio entre funcionalidad e impacto en la central. Por ello, a la hora de evaluar técnicamente las ofertas, más allá del indispensable cumplimiento de los requisitos eléctricos y dimensionales mínimos exigidos en la especificación, se valoraron positivamente aspectos como: sencillez del equipo evitando la necesidad de equipos auxiliares, dimensiones compactas que faciliten las maniobras de montaje, impacto sobre las barras de fase aislada, tipos de accionamiento y tasas de fallo o experiencia del fabricante en proyectos similares.

Interruptor adjudicado y principales diferencias con el actual

El interruptor adjudicado para instalar en C.N. Trillo fue el modelo HEC-10 de Hitachi. La principal mejora que presenta este interruptor, respecto al modelo existente, es la sustitución del obsoleto sistema de aire comprimido por un accionamiento operado a través de un mecanismo hidro-mecánico de resorte que, en este caso, además, es común a los tres polos del interruptor, eliminándose así el riesgo de discordancia entre polos.



Imagen 9. Interruptor HEC 10 de Hitachi [3].

La extinción del arco eléctrico se lleva a cabo mediante gas SF₆, y la refrigeración se realiza de forma natural. Las estaciones de aire comprimido y refrigeración del interruptor actual son, por tanto, eliminadas. Con esta evolución de la tecnología, se incrementa la fiabilidad del equipo y disminuyen los trabajos de mantenimiento, aumentando de esta forma la disponibilidad del sistema y suponiendo un importante ahorro económico (Imagen 9).

Las dimensiones de los polos del interruptor nuevo son más compactas.

La alimentación auxiliar eléctrica requerida por el nuevo interruptor es de 220 Vcc, por lo que parte de las antiguas alimentaciones de corriente alterna quedan en desuso.

Otras novedades que aporta el nuevo interruptor son, por un lado, la existencia de un control independiente para el seccionador de línea respecto de los contactos de corte del interruptor (en el interruptor de BBC, los movimientos de apertura y cierre, de estas dos partes, no eran independientes), así como la existencia de dos seccionadores de puesta a tierra integrados en el propio equipo, uno a cada lado del interruptor.

Junto con el interruptor, Hitachi suministra un equipo de monitorización, GMS600, ubicado en el nuevo armario de control, que permite disponer en tiempo real de la información del equipo (valores eléctricos, temperaturas, etc.).

A pesar de que el interruptor actual se refrigera de forma natural, el sistema de refrigeración de las barras de fase aislada es compatible con el nuevo interruptor y no ha sido necesario realizar ajustes sobre él.

Diseño de la integración del nuevo interruptor en el sistema de generación de C.N. Trillo

El diseño del nuevo interruptor permite mantener la mayoría de las interfases existentes actualmente, no obstante, las diferencias explicadas en el apartado anterior hicieron necesario el realizar ajustes en la instalación:

Puente grúa y viga monorraíl

El puente grúa y la viga monorraíl ubicados sobre el interruptor, no tenían capacidad de carga suficiente para el traslado

de los nuevos equipos, y exigían un nivel de despiece de los equipos a trasladar que podía comprometer la ventana de tiempo disponible para la ejecución de la sustitución del interruptor en la recarga R434. Por ello durante la recarga R433 (2021), se sustituyeron el puente grúa y la viga mono-rail por unos de mayor capacidad de carga.

Barras de Fase aislada y bancada del interruptor

Dado que las dimensiones y pesos del interruptor antiguo y del nuevo son diferentes, fue necesario rediseñar la bancada sobre la que se soportan los polos del interruptor. El interruptor de generación va integrado en las barras de fase aislada, y es indispensable que la cota del eje del interruptor y de las barras coincida de forma precisa, con una tolerancia de orden milimétrico.

Adicionalmente, fue necesaria la extensión de las barras de fase aislada, mediante tramos adicionales de barra unidos por soldadura, para compensar la disminución de longitud entre el interruptor nuevo y el antiguo.

Estas tareas, formaron parte del alcance a ejecutar por el fabricante del nuevo interruptor.

Interfases eléctricas y de I&C

El armario de control actual, se sustituyó por un nuevo armario de Hitachi. En este armario, al igual que sucedía en el sustituido, se centralizan todas las interfases eléctricas y de instrumentación y control del conjunto del interruptor.

En cuanto a las alimentaciones auxiliares, dado que la demanda de alimentación de 220 Vcc variaba con el nuevo interruptor, fue necesario actualizar el estudio eléctrico de las protecciones y cables afectados, concluyéndose que era necesario el tendido de nuevos cables de mayor sección, así como la sustitución de determinadas protecciones eléctricas.

Las entradas y salidas existentes de instrumentación y control se han mantenido, anulando aquellas que no tienen aplicación en el modelo nuevo de interruptor como, por ejemplo, la discordancia de polos o aquellas relacionadas con los equipos auxiliares eliminados (estaciones de aire comprimido y refrigeración).

Dado que el interruptor de generación de Hitachi dispone de dos nuevos seccionadores de puesta a tierra en el propio equipo, uno en cada extremo, es necesario integrar sus retroavisos de posición en las lógicas de control de otros equipos de sistemas adyacentes y, de forma inversa, también llevar los retroavisos de posición de otros equipos a la lógica de control de estos nuevos seccionadores. Este proceso conllevó tendido de cable y pequeñas modificaciones en los armarios de control de otros equipos de la central.

En la parte superior de cada polo, el interruptor de BBC disponía de una resistencia, conectada en paralelo con la cámara de corte del interruptor, necesaria para disminuir el valor de la tensión transitoria de restablecimiento a valores aceptables por el interruptor. Este componente, era característico de la tecnología de la época, sin embargo, el interruptor nuevo carece de esta resistencia, disponiendo de dos bancos trifásicos de condensadores puestos a tierra. Estos bancos de condensadores aumentan la capacidad a tierra del sistema de generación.

Los tiempos de cierre del interruptor nuevo y sustituido son distintos. Es necesario reflejar este cambio en la parametrización del equipo de sincronización, que se encarga de ordenar el acoplamiento de la central a la red principal de 400 kV de forma automática. Este ajuste de tiempo ha disminuido a menos de la mitad del valor correspondiente al interruptor original.

Ejecución de la sustitución durante la Recarga R434

El montaje del interruptor de generación requirió numerosas modificaciones a nivel mecánico-civil, para hacer posible el traslado de los equipos por el Edificio de Turbina. Esta ha sido una de las dificultades más importantes que ha presentado esta modificación.

Tras el análisis del modelo 3D del edificio y consulta con el fabricante, responsable del montaje del interruptor nuevo, desmontaje del interruptor sustituido y traslado de los equipos, se decidió mover los equipos a través de las cotas +0.000, +5.000 y +7.300. Además de las interferencias detectadas mediante el modelo 3D y tomas de datos, también se previó con antelación que, durante la recarga, parte del espacio de estas cotas estaría ocupado por material de otras modificaciones (Imágenes 10, 11 y 12).

Este recorrido, pese a ser el menos problemático, tuvo las siguientes interferencias a salvar:

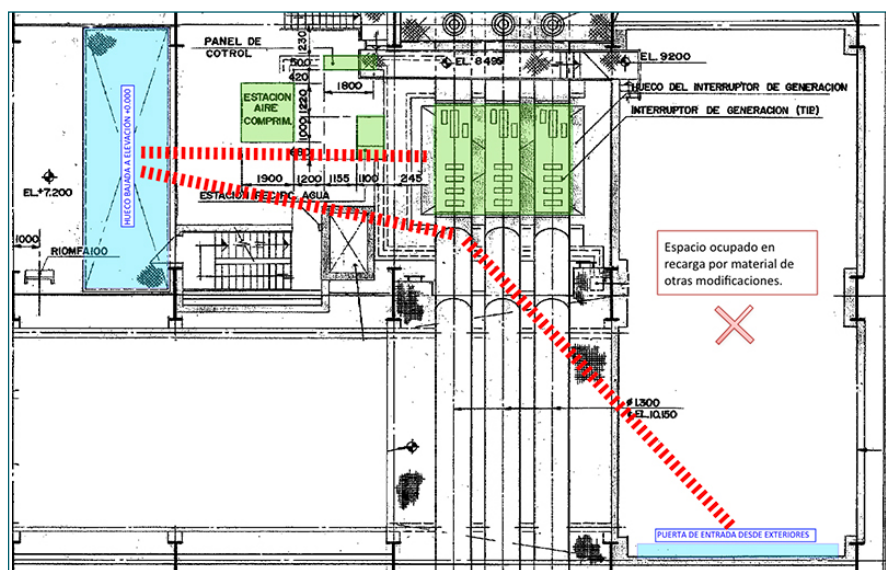


Imagen 10. Plano de disposición en planta del recorrido a seguir por los equipos durante el montaje (línea roja).

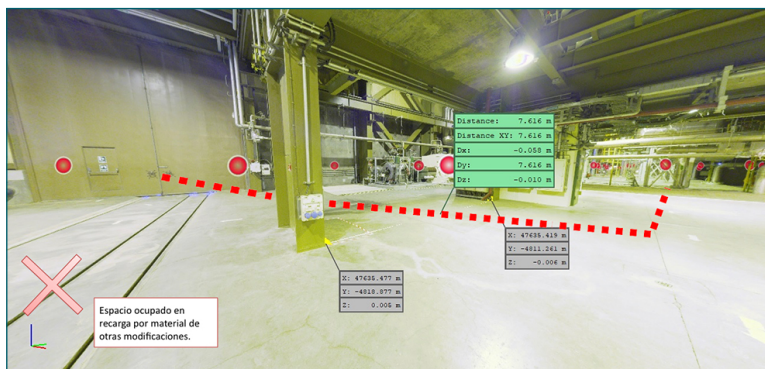


Imagen 11. Medida del espacio disponible en elevación +0.000 en el recorrido de entrada y salida de equipos del edificio de Turbina (imagen del visualizador del digitalizado 3D del edificio).

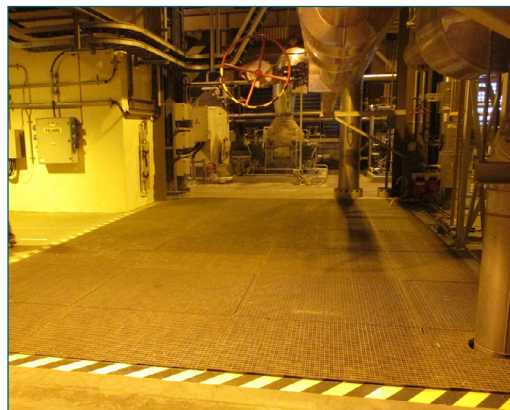


Imagen 14. Trámex cota +0.000 antes de ser reforzado.

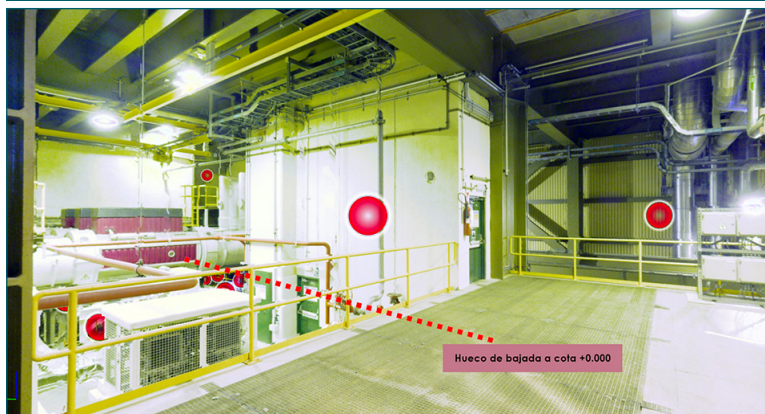


Imagen 12. Imagen del recinto del interruptor de generación, cotas +7.300 y +5.000 (imagen del visualizador del digitalizado 3D del edificio).

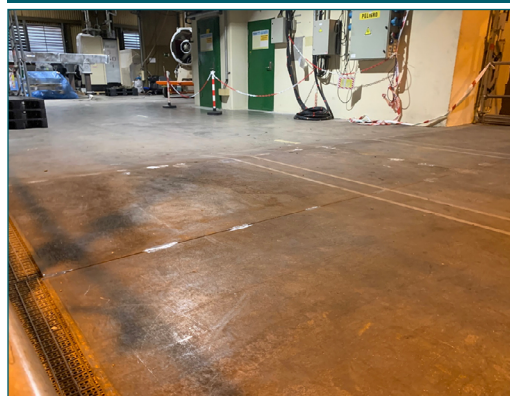


Imagen 15. Trámex cota +0.000 ya reforzado durante la ejecución de la sustitución.



Imagen 13. Trolley para desplazamiento de los equipos por cota +0.000.

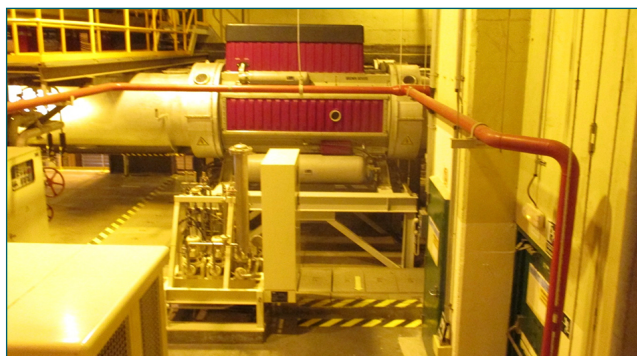


Imagen 16. Tubería de PCI y soportes a retirar temporalmente durante el montaje.

- La altura en la cota +0.000 viene limitada por vigas, tuberías, soportes y bandejas que dejan una altura libre de solo 2850 mm. El bulto de mayor altura correspondió a los polos del interruptor sustituido, que, habiéndose desmontado ya la resistencia ubicada en la parte superior, medían 2030 mm. Esto impedía la entrada del camión hasta el hueco por el que se suben los equipos hasta la cota +7.300. Por esta razón, se hizo acopio de un trolley de altura limitada, pero con capacidad suficiente para cargar el peso de todos los equipos (Imagen 13).
- En el suelo de la elevación +0.000, se encuentra un trámex para el que fue necesario diseñar un refuerzo que permitiera poder apoyar sobre él el trolley y los equipos, durante la maniobra de traslado. Este refuerzo consistió

en la instalación de una serie de ménsulas de apoyo y perfiles, bajo el trámex, así como una chapa de acero de 10 mm para facilitar la rodadura del trolley y redistribuir los esfuerzos transmitidos por la carga puntual de sus ruedas (Imágenes 14 y 15).

- En el recinto del interruptor, elevación +5.000, existe una tubería de PCI, así como barandillas que fue necesario cortar y retirar de forma temporal durante el montaje, tomándose las medidas preventivas correspondientes en cada caso (Imagen 16).
- La posición del armario de control, se encuentra considerablemente desplazada de la vertical de la grúa que lo debe trasladar por el recinto, por lo que fue necesario instalar una viga carril en la estructura metálica existente



Imagen 17. Distancia entre la posición del panel del control y la vertical de la viga monorraíl.

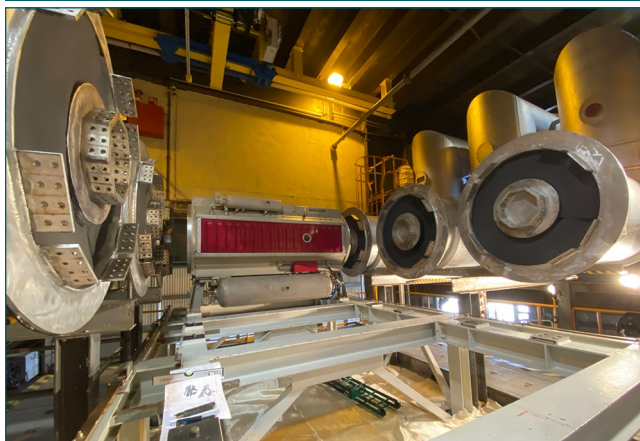


Imagen 18. Proceso de montaje del interruptor. Extracción de los polos existentes una vez desmontada la resistencia superior.



Imagen 19. Proceso de montaje del interruptor. Extensión de las barras de fase aislada.



Imagen 20. Proceso de montaje del interruptor. Traslado de la carcasa de uno de los polos del nuevo interruptor a través del recinto.

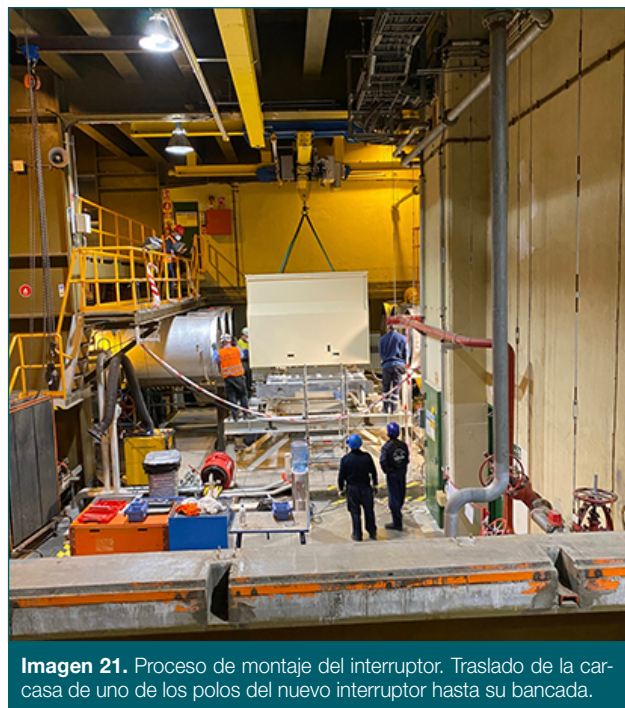


Imagen 21. Proceso de montaje del interruptor. Traslado de la carcasa de uno de los polos del nuevo interruptor hasta su bancada.

en el forjado, con objeto de realizar de manera segura la maniobra de retirada y reposición del cuadro de mando (Imagen 17).

- Para la maniobra de extracción de los polos existentes, se disponía de un espacio muy limitado. La maniobra exigió desmontar en primer lugar la resistencia de los polos, a continuación, elevar los polos con el puente grúa, mover lateralmente la carga por encima de las barras para pasarla del puente grúa a la viga monorraíl y ya, por último, trasladarla hasta el hueco de bajada a la elevación +0.000. El paso por encima de las barras de fase aislada,



Imagen 22. Nuevo interruptor de generación ya montado en C.N. Trillo.

dejaba una altura disponible (para los útiles de sujeción) entre el gancho de la grúa y los cáncamos de polo del interruptor, de apenas 1 m. Se valoraron distintas alternativas para aumentar esta altura disponible pero finalmente, el fabricante, encargado de la maniobra, concluyó que el espacio era suficiente, y no fue necesaria ninguna modificación adicional (Imágenes 18, 19, 20 y 21).

Una vez finalizado el montaje, se realizaron las pruebas de puesta en marcha del interruptor y equipos auxiliares, y de todas las interfases del interruptor con la central.

La ejecución del montaje se produjo dentro de la ventana de tiempo prevista para ello, dentro de la Recarga R434 de C.N. Trillo (Imagen 22).

Acoplamiento de la central a la red principal de 400 kV y disparo protección 64 del generador

Tras el cierre con éxito del interruptor de generación, para el acoplamiento del generador a la red de 400 kV, se produjo el disparo de la protección 64-1 del generador (falta a tierra del estator del alternador) que provocó la parada automática de turbina (TUSA) y la apertura del interruptor de generación con la planta generando 30 MWe. Tras los primeros análisis y pruebas de turbina, se concluyó que el estator estaba en buenas condiciones y que el disparo se debía a un aumento del valor de corriente a tierra del sistema tras la sustitución del interruptor de generación. Este aumento de

la corriente a tierra, que superó el valor de ajuste de la protección 64-1, se debe a la configuración del nuevo interruptor, que dispone de bancos trifásicos de condensadores no existentes en el modelo antiguo. En conversaciones iniciales con tecnólogos y análisis de manuales de las protecciones, no se identificó este incremento como suficiente para requerir la modificación del ajuste de la protección. El sistema de generación de C.N. Trillo, a diferencia de otras centrales nucleares españolas, es de neutro aislado de tierra, lo que le confiere más sensibilidad hacia este tipo de cambios. Dado que esta configuración no es común, no se contaba con experiencias o sucesos previos similares que hubieran requerido modificación de ajustes.

El suceso tuvo una rápida respuesta. Se contó con la colaboración de múltiples empresas y departamentos de la central, y finalmente fue resuelta mediante el reajuste de la protección de manera empírica, como es habitual en este tipo de protección, durante el acoplamiento definitivo del generador.

CONCLUSIONES

El interruptor de generación es un equipo indispensable para la operación de C. N. Trillo. En la pasada Recarga R434 de la central, este equipo fue sustituido, principalmente, por razones de obsolescencia.

La especificación del interruptor nuevo, valoración de ofertas e integración del nuevo interruptor en la central, se ha realizado siguiendo un criterio de mínimo impacto. No obstante, ha sido necesario realizar modificaciones en los sistemas eléctricos, I&C y mecánicos de la central derivadas de: nuevas prestaciones y características del equipo, diferencias dimensionales entre el equipo nuevo y el sustituido, y la escasez de espacio para el traslado de los equipos dentro del Edificio de Turbina.

Tras la renovación, C.N. Trillo dispone de un nuevo modelo de interruptor de generación, que incorpora un accionamiento por resorte hidráulico común a los tres polos, ventilación natural y extinción del arco mediante SF6. Se deshace de esta forma, de los inconvenientes existentes con la tecnología anterior, que utilizaba un sistema de aire comprimido mucho más complejo y exigente en mantenimiento, así como un sistema de refrigeración forzada. Se reducen así, gracias a la sustitución del equipo, tiempos y costes de mantenimiento, aumentando la fiabilidad y la disponibilidad del sistema de generación de la central.

REFERENCIAS

- [1]. M. Palazzo, G. Cavaliere "Impact of New Generator Circuit-Breaker Technologies on Nuclear Power Station Protection, Availability and Profitability", Nuclear España, abril 2013.
- [2]. Generator Circuit-Breakers Application Guide. ABB.
- [3]. www.hitachiaenergy.com
- [4]. www.ewh.ieee.org ■