

DISEÑO Y COMPORTAMIENTO DE ESTRUCTURAS

MODERNIZACIÓN DE LA FLOTA DE TRANSFORMADORES AUXILIARES DE C. N. ASCÓ

JORGE MONTERO LANSAC

ASOCIACIÓN NUCLEAR ASCÓ-VANDELLÒS II (ANAV)

El objeto de la presente ponencia es exponer el proyecto de modernización de los transformadores auxiliares de arranque y de grupo de C. N. Ascó. Se describen los motivos de la sustitución, el planteamiento del proyecto, el desarrollo hasta la fecha y estado actual del proyecto, algunos aspectos de detalle del proyecto, los logros obtenidos, y algunas de las lecciones aprendidas durante el proceso.

INTRODUCCIÓN

Los transformadores auxiliares de una central nuclear transforman y proporcionan la energía requerida a las cargas necesarias para el funcionamiento de la central en condiciones de operación normal y en condiciones de emergencia. A menudo subestimada su importancia y atención en favor de los transformadores principales, su función de fuentes preferentes exteriores y de alimentación a cargas normales es vital y sus fallos significan un reto a la explotación segura y fiable de la central.

En los últimos años, la industria nuclear había detectado un número inaceptablemente elevado de fallos de grandes transformadores de potencia, lo que motivó la publicación de sendos informes de experiencia operativa significativa por WANO [1, 2]. En la propia C. N. Ascó se padecieron hacia 2005 varios fallos catastróficos de los transformadores principales, que produjeron transitorios, disparos del reactor, pérdidas cuantiosas y un esfuerzo significativo para el retorno a la normalidad.

Los transformadores auxiliares de C. N. Ascó presentaban problemas de condición, de obsolescencia, de intercambiabilidad y de disponibilidad de repuestos. Aunque se habían mitigado algunos problemas con la compra de dos transformadores auxiliares en 2008 y 2011, dada la experiencia internacional y propia y la criticidad de estos equipos, se decidió establecer un plan de actuación para la mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los transformadores auxiliares.

PLAN DE ACTUACIÓN

Dado el estado y las consecuencias de un fallo catastrófico, el plan de actuación se centró inicialmente en los transformadores auxiliares de arranque (TAA), ya que, en C. N. Ascó, la función de alimentación de los transformadores auxiliares de grupo (TAG) puede ser suplida, temporalmente, por los transformadores auxiliares de arranque.

El alcance de esta actuación inicial sería, en lo referente a equipos, los cuatro transformadores auxiliares de arranque fabricados originalmente por GE en 1978. De ellos, dos se encontraban en posición de explotación (uno en cada grupo de C. N. Ascó) y dos se encontraban en posición de reserva. En lo referente a tareas, se establecieron las siguientes actuaciones:

- Análisis del estado de los transformadores auxiliares de arranque originales fabricados por GE.
- Determinación de las actuaciones a llevar a cabo sobre cada uno de los transformadores (correctivos, sustitución de componentes, tratamientos o sustitución completa de los mismos).
- Preparación de las especificaciones técnicas de compra, proceso de licitación y adjudicación de los servicios, componentes y/o equipos.
- Elaboración del proyecto de diseño, fabricación, montaje en fábrica, pruebas (tanto FAT como SAT), instalación en planta y puesta en marcha de los equipos.

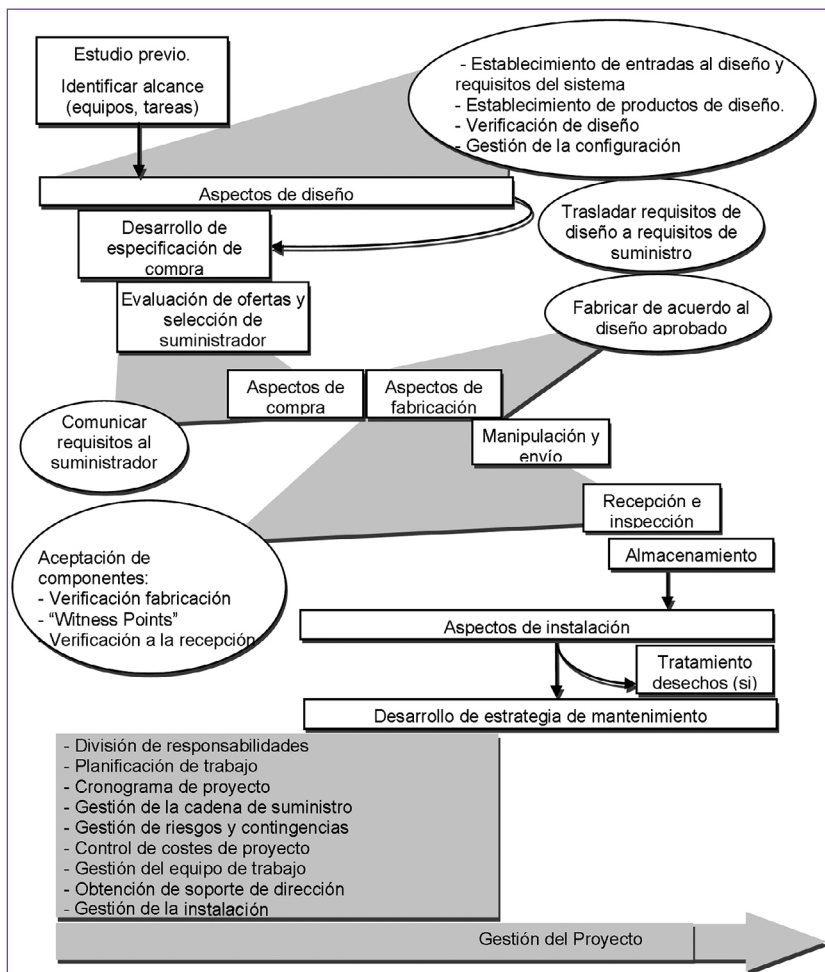


Figura 1. Esquema del plan de actuación (adaptado de EPRI).

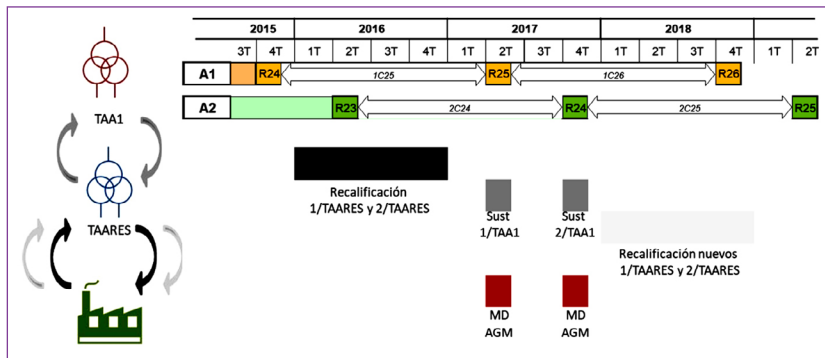


Figura 2. Esquema y cronograma de actuación sobre los transformadores de arranque

El proceso completo se asemeja al establecido por EPRI en varios documentos, como en el "Copper Book" [3] (Figura 1).

Para el análisis del estado de los transformadores auxiliares de arranque se revisó la documentación histórica de mantenimiento preventivo y correctivo, se realizó un cálculo de vida remanente, de acuerdo a IEEE [4], teniendo en cuenta, entre otros, la carga y las horas de funcionamiento reales, y se realizaron una serie de ensayos eléctricos a los dos transformadores auxiliares de arranque en posición de reserva, a sus componentes y a su aceite para su caracterización física y química.

En base a todo este análisis, se decidió que el alcance de tareas para estos transformadores sería someterlos a un proceso de recalificación, que consistiría en la inspección,

reapriete y secado de devanados, saneamiento de la cuba y eliminación de fugas de aceite (cambio general de juntas), pintado, sustitución de bornes de AT/BT, sustitución de elementos de protección, sustitución de todo el cableado y tratamiento del aceite. Adicionalmente, se acometerían cambios en la caja final de bornes y en los armarios de control para que todos los transformadores auxiliares de arranque fueran intercambiables directamente.

Se decidió que, pese al impacto económico, los trabajos se realizarían en fábrica en vez de en campo principalmente por la minimización de riesgos y mejor eficiencia que se puede obtener en fábrica en las tareas de inspección, reapriete y secado de los devanados.

Para realizar los trabajos de modernización sobre los cuatro transformadores auxiliares de arranque se planteó un esquema y un cronograma como el que se muestra en la Figura 2.

Sobre los transformadores auxiliares de grupo, a partir de los ensayos e inspecciones existentes y de la experiencia con el proceso de los transformadores de arranque, se determinó que se requería igualmente un proceso de recalificación.

Para poder realizar este proceso de forma adecuada y disponer de equipos de reserva, se planteó adquirir sendos transformadores auxiliares de grupo (los dos que existen en cada grupo son distintos) y realizar un ciclo de recalificaciones similar al que se había realizado para los transformadores auxiliares de arranque. Es decir, los transformadores nuevos se instalan en posición en un grupo, los extraídos se recalifican, se instalan en posición en el otro grupo y los extraídos se recalifican para disponer de reserva en condiciones.

Este planteamiento se modificó *a posteriori*, pues tras la compra de los primeros transformadores auxiliares de grupo

y su puesta en servicio en uno de los grupos de C. N. Ascó, y tras considerar las ofertas de recalificación y compra, se consideró que era más ventajoso, desde un punto de vista coste/beneficio, adquirir otros dos transformadores nuevos para reemplazar los del otro grupo de C. N. Ascó.

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

Aunque el proyecto aún no ha finalizado, a finales de 2020 se dispone en planta de cinco transformadores auxiliares de arranque recalificados o con una edad menor de 10 años, sin componentes ni accesorios obsoletos, totalmente intercambiables entre sí, con un alto nivel de homogeneización de los componentes, con la documentación actualizada y coherente con la realidad. Dos de los transformadores reca-



Figura 3. Fases en el proceso de recalificación de un transformador auxiliar de arranque.



Figura 4. Transformadores auxiliares de grupo viejos y nuevos, en explotación.

lificados están en explotación desde hace más de un año, y un tercero está de reserva. Ha habido alguna incidencia menor (fuga de aceite mínima, funcionamiento del nivel del depósito) pero ninguna significativa que haya impedido realizar su función a los transformadores (Figura 3).

El cuarto transformador se encuentra actualmente en fábrica, en el proceso de recalificación. Se espera su retorno a planta y montaje, para servir como reserva de transformador auxiliar de arranque en un plazo de 4 meses.

De similar manera, a finales de 2020, dos de los cuatro transformadores auxiliares de grupo son nuevos y están en explotación desde hace casi dos años. Los transformadores auxiliares de grupo nuevos, cuyos accesorios y componentes son mayoritariamente homogéneos con los de los transformadores de arranque, han incorporado monitores de gases para una detección temprana de anomalías internas. Su funcionamiento desde la puesta de explotación no ha presentado incidencias significativas, aunque sí alguna menor (aparición de alarma por concentración de CO), que no ha impedido en ningún caso el cumplimiento de su función (Figura 4).

Los otros dos transformadores se iban a sustituir en la recarga 2R26 (recientemente finalizada), pero por diversos motivos esta tarea se ha pospuesto hasta la próxima recarga. Los transformadores nuevos para el Grupo 2 se encuentran en C. N. Ascó, en posición de reserva.

LECCIONES APRENDIDAS

Pese a la dificultad de estos proyectos en el ámbito nuclear, existen organismos como EPRI, WANO y otros del entorno nuclear que dan un soporte informativo general muy bueno.

Las carencias en la configuración de algunos aspectos, por modificaciones de diseño muy antiguas no adecuadamente configuradas, han obligado a algunos trabajos emergentes en la puesta en servicio de los transformadores.

La atención a los detalles, tanto en fase de diseño como de implantación, es clave para el buen desarrollo del proyecto.

Como campo de mejora en la gestión de estos proyectos, sería conveniente incluir, desde la fase de diseño y con dedicación significativa, a personal de Explotación (Operación y Mantenimiento), para que aporten su punto de vista y conocimiento. Actualmente el inicio del proyecto es liderado por Ingeniería y Explotación se incorpora antes del inicio del montaje y puesta en servicio.

CONCLUSIONES

Mediante este proyecto se ha incrementado la fiabilidad y disponibilidad de los transformadores auxiliares, que son componentes críticos para la operación normal y en emergencia. Se ha eliminado asimismo la obsolescencia de los componentes que los aquejaba y dificultaban su mantenimiento.

Pese a la complejidad del proyecto, se puede encontrar soporte de diversos organismos dentro del mundo nuclear y se pueden utilizar diversas técnicas para minimizar los riesgos durante el proyecto.

REFERENCIAS

- [1]. WANO SOER 03-01, Power Transformer Reliability. WANO, 2003.
- [2]. WANO SOER 11-01 Rev. 1, Large Power Transformer Reliability. WANO, 2013.
- [3]. EPRI Power Transformer Guidebook: The Copper Book. EPRI, Palo Alto, CA: 2019. 3002015701.
- [4]. IEEE Std C57-91, IEEE Guide for Loading Mineral-Oil-Immersed Transformers and Step- Voltage Regulators. IEEE, 2011.■