

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

INFORME SOBRE LA SOBRE LA SOLICITUD DE APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAMBIO PME-4-17/06 A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO RELATIVA A LA SUSTITUCIÓN DEL CONVERTIDOR ROTATIVO GZ40 POR INVERSORES ESTÁTICOS, DE CN TRILLO

1. IDENTIFICACIÓN

1.1 Solicitante: Centrales Nucleares Almaraz-Trillo A.I.E (CNAT)

1.2 Asunto

Propuesta de modificación de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) de referencia PME-4-17/06 de CN Trillo, derivada de la modificación de diseño 4-MDP-02244-01 “Sustitución del convertidor rotativo GZ40 por ondulator estático”. El titular tiene previsto implantar esta modificación de diseño durante la próxima recarga de combustible, cuyo inicio está previsto para el 18 de mayo de 2018.

1.3 Documentos aportados por el solicitante

Con fecha 4 de diciembre de 2017 (nº de registro en el CSN 45337), se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (Minetad), la petición de informe sobre la propuesta PME-4-17/06 de cambio de las ETF de CN Trillo.

Por otro lado, mediante escrito de referencia ATT-CSN-011258 (nº de registro 45310) de 1 de diciembre de 2017, CNAT ha remitido documentación descriptiva de la modificación de diseño 4-MDP -02244-01 y la evaluación de seguridad de la modificación de diseño de referencia EVZ-MDP-02244-01.

Posteriormente, como consecuencia de la reunión técnica mantenida entre técnicos del CSN y CNAT el día 24 de enero de 2018 (acta de reunión técnica de referencia CSN/ART/CNTRI/TRI/1801/01), CNAT remitió el escrito de referencia ATT-CSN-011396 (nº de registro 40686) de 13 de febrero de 2018 sobre “Compromiso adquirido durante la reunión sobre software embebido” con información adicional sobre la PME-4-17/06.

Con fecha 6 de marzo de 2018 (nº de registro de entrada en el CSN 40949) procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, se recibió en el CSN información adicional relativa a dicha solicitud, como resultado del proceso de evaluación

1.4 Documentos oficiales

Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de CN Trillo.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

2.1 Antecedentes

Mediante la 4-MDP-02244-01 “Sustitución del convertidor rotativo GZ40 por ondulator estático”, el titular va a sustituir el convertidor rotativo de tren 4 GZ40 por dos inversores estáticos GZ40A y B, cada uno de ellos del 100% de capacidad y conectados mediante sendos interruptores a la barra de corriente continua de tren 4 EE.

La función de los convertidores GZ es transformar la corriente continua suministrada a través de las barras de 220 Vcc (EB, EC, ED, EE), en corriente alterna, para alimentar a las barras de salvaguardia de servicio ininterrumpido. A estas barras de servicio ininterrumpido están conectados todos aquellos consumidores de 380/220 V que no pueden esperar a la reposición de tensión por parte de los generadores diésel de salvaguardia, tales como las válvulas de aislamiento de la contención así como otras cargas.

El 16 de octubre de 2017 se mantuvo una reunión entre técnicos del CSN y de CNAT, en la que éste realizó una presentación de la modificación de diseño, una descripción técnica del alcance de la modificación y se mencionaron aspectos de interés tales como características de los nuevos equipos, transferencias, maniobras, alimentaciones de respaldo y compatibilidad electromagnética. El titular manifestó que el sistema carece de software y que las tarjetas serían totalmente analógicas. El área evaluadora INEI, solicitó información sobre la posible presencia de componentes con dispositivos de lógica programable (tipo CPLD, FPGA o similar), considerados como sistemas digitales.

El día 24 de enero de 2018 se mantuvo una nueva reunión entre técnicos del CSN y CNAT (acta de reunión técnica de referencia CSN/ART/CNTRI/TRI/1801/01) en la que el titular comunicó la utilización de dispositivos de lógica programable embebida en una tarjeta de los inversores estáticos y en una tarjeta del bypass estático. Los representantes del CSN transmitieron al titular la necesidad de revisar la evaluación de seguridad realizada en cumplimiento de la Instrucción del Consejo IS-21 sobre modificaciones de diseño en centrales nucleares y de la documentación oficial enviada con la solicitud. Asimismo, requirió la aplicación de la normativa aplicable a este tipo de equipos, como la guía reguladora de la NRC RG 1.180 “Guidelines For Evaluating Electromagnetic And Radio-Frequency Interference In Safety-Related Instrumentation And Control Systems”.

El titular remitió al CSN la documentación adicional requerida, mediante los escritos identificados en el apartado 1.3.

2.2 Motivo de la solicitud

La implantación de la modificación de diseño 4-MDP-02244-01 hace necesario cambiar las ETF relativas a los convertidores, identificadas en el apartado 2.3 “Descripción de la solicitud”, que es el objeto de la propuesta de cambio PME-4-17/06.

Los convertidores rotativos son equipos electromecánicos constituidos por un motor de corriente continua, un volante de inercia y un generador de corriente alterna. Los motores de corriente continua utilizan unas escobillas de grafito que se deterioran con facilidad y por lo

tanto requieren frecuente limpieza y mantenimiento para conseguir una buena fiabilidad de los convertidores.

Los inversores estáticos previstos instalar son equipos que incorporan electrónica de potencia para la conversión de la de corriente continua en corriente alterna.

El titular justifica la modificación de diseño para mejorar la disponibilidad y fiabilidad del sistema de alimentación de servicio ininterrumpido, ya que los inversores estáticos son de tecnología más reciente, sin problemas de mantenimiento derivados de partes mecánicas móviles sujetas a desgaste, y sin problemas para la obtención de repuestos.

Adicionalmente, con esta modificación de diseño CNAT pretende disponer de un convertidor rotativo y sus componentes como repuesto de los otros convertidores e ir sustituyendo la tecnología de los convertidores rotativos por otra más moderna.

La implantación de dicha modificación de diseño no requiere autorización, de acuerdo con la evaluación de seguridad realizada por el titular, en cumplimiento de la IS 21.

2.3. Descripción de la solicitud

Como ya se ha indicado, la modificación de diseño consiste en la sustitución del convertidor rotativo GZ40 por dos inversores estáticos redundantes (GZ40A/B), cada uno de ellos del 100% de capacidad, conectados mediante sendos interruptores a la barra de corriente continua de tren 4 EE. Como fuente alternativa, en caso de indisponibilidad de ambos inversores, se dispone de un baipás estático automático conectado mediante un interruptor a la barra de salvaguardia de tren 4 FZ. La barra de servicio ininterrumpido de tren 4 GD podrá alimentarse desde uno o los dos inversores estáticos desde la barra de salvaguardia de tren 4 FZ, a través del baipás estático y desde la barra de salvaguardia de tren 1FW. Se elimina la conexión de redundancia 4 con el sistema del convertidor rotativo de reserva GZ41.

La implantación de estos nuevos equipos y de las modificaciones asociadas, dan lugar a cambios en los modos de funcionamiento del sistema. Todas las transferencias entre inversores y baipás se realizarán de forma automática gestionadas por el sistema de control de los equipos.

Los cambios en las ETF que son objeto de la PME-4-17/06, derivados de la modificación de diseño anterior, son los siguientes:

- La ETF 4.9.3 pasa de denominarse “Convertidores rotativos” a simplemente “Convertidores”.
- Se adapta la ETF general 3.3.9 sobre mantenimiento de la redundancia “n+2” al hecho del que el GZ40 ya no será un convertidor rotativo tras la modificación.
- Se adaptan las Bases de la ETF 4.9.2 “Fuentes de corriente continua” al hecho del que el GZ40 ya no será un convertidor rotativo tras la modificación.
- En la ETF 4.9.3.1 se incluyen en la CLO los dos nuevos inversores estáticos GZ40A/B. La operabilidad de uno cualquiera de los dos garantiza la operabilidad del convertidor GZ40 al estar dimensionados para el 100% de capacidad. El requisito de la frecuencia de salida para GZ40 será de $\pm 3\%$ respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, lo que también se incorpora al RV 4.9.3.1.

- Se adapta el apartado acción de la ETF anterior al nuevo diseño del GZ40, que no admitirá su sustitución por el convertidor de reserva GZ41, manteniendo el tiempo permitido de inoperabilidad de 24 h.
- Se adapta la tabla 4.9.3-1 de alineamiento de interruptores de convertidores al nuevo diseño del convertidor GZ40.
- Se adapta la tabla 4.9.4-3 de alineamiento de interruptores de los sistemas de distribución al nuevo diseño del convertidor GZ40 en lo que respecta al subsistema de servicio ininterrumpido, no permitiéndose para dicho convertidor la sustitución por el convertidor de reserva GZ41.
- Se adaptan las Bases de las ETF 4.9.3 y 4.9.4 a los cambios anteriores y se aprovecha para actualizar los documentos que sirven de referencia, eliminando las revisiones obsoletas.

3. EVALUACIÓN

3.1 Informes de evaluación:

CSN/IEV/INEI/TRI/1804/877 “Evaluación de la propuesta de cambio a las ETF de CN Trillo PME-4-17/06, “Sustitución de convertidor rotativo GZ40 por inversores estáticos”

3.2 Normativa aplicable y documentación de referencia

En la evaluación del CSN se han tenido en cuenta los requisitos y criterios de aceptación contenidos en la siguiente normativa y documentación de referencia:

- IS-21 sobre requisitos aplicables a las modificaciones de diseño de las centrales nucleares.
Se ha considerado como criterio de aceptación el apartado 6.3 de esta norma
- IS-27 sobre criterios generales de diseño de centrales nucleares.
Se han considerado como criterios de aceptación los criterios generales de diseño 17 y 18 de esta norma.
- IS-32 sobre Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de centrales nucleares.
Se ha considerado como criterio de aceptación el apartado 8.4 de esta norma
- RG 1.180 Rev.1 “Guidelines For Evaluating Electromagnetic And Radio-Frequency Interference In Safety-Related Instrumentation And Control Systems”.
- KTA 3701 de 2014, “General Requirements for the Electrical Power Supply in Nuclear Power Plants”.
- KTA 3703 Ed 2012, “Emergency Power Facilities with Batteries and AC/DC Converters in Nuclear Power Plants”.
- KTA 3704 Ed 2013, “Emergency Power Facilities with Static and Rotating AC/DC Converters in Nuclear Power Plants”.
- KTA 3705 Ed 2013, “Switchgear Facilities, Transformers and Distribution Networks for the Electrical Power Supply of the Safety System in Nuclear Power Plants”.

- KTA 3503 Ed 2015, "Type testing of electrical Modules for the Instrumentation and Control System Important to Safety".
- Guía de UNESA CEN 6 "Guía para la implantación de sistemas digitales en centrales nucleares", del año 2002

Como referencia se ha utilizado la posición técnica de la NRC recogida en el documento BTP 7-19 "Guidance for Evaluation of Diversity and Defense-in-depth in Digital Computer-based Instrumentation and Control Systems".

3.3 Resumen de la evaluación

La evaluación de la solicitud ha sido realizada por el área de INEI, que ha revisado la modificación de diseño 4-MDP-02244-01 en los aspectos que afectan a la evaluación de seguridad y los cambios de las ETF que figuran en la PME-4-17/06. En la revisión de los aspectos que afectan a la evaluación de seguridad el área evaluadora ha tenido en cuenta la existencia de componentes digitales, aspectos de compatibilidad electromagnética, el grado de diversidad existente como consecuencia de la implantación de la modificación de diseño y las pruebas de puesta en servicio de la modificación de diseño.

3.3.1 Revisión de la modificación de diseño 4-MDP-02244-01.

A continuación se resumen las conclusiones de la evaluación de INEI sobre los aspectos relativos a la modificación de diseño.

Utilización de componentes digitales

La modificación de diseño incluye, en los inversores y en el interruptor de baipás, un dispositivo de lógica programable PLD, una memoria EPROM (Erasable Programmable Read only Memory) y una FPGA (Field Programmable Gate Array). El interruptor de baipás estático dispone de dos PLD.

Desde el punto de vista del impacto en la seguridad, la existencia de componentes digitales implica la posibilidad de introducir fallos de modo común. De acuerdo con la normativa, la implantación de componentes digitales en modificaciones de diseño requiere realizar un análisis de acuerdo con la BTP 7-19, que recoge la posición de la NRC para descartar, en la medida de lo posible, la existencia de fallos de modo común en las distintas redundancias o trenes.

La citada BTP requiere, en el caso de modificaciones de diseño que incorporen componentes digitales, evaluar el diseño del ciclo de vida y los procesos de verificación y validación (V&V) para tener en consideración las características especiales de estos equipos o bien optar por la realización del 100% de pruebas de los componentes, que se deben realizar para cada combinación posible de entradas y de secuencia de estados, verificando todas las salidas para cada caso.

De acuerdo con la solicitud, CNAT solamente tiene previsto implantar la modificación de diseño en una sola redundancia, por lo que no cabe postular la posibilidad de fallo en modo común. No obstante, debe justificarse que el nuevo equipo inversor tiene la adecuada fiabilidad y robustez para la función de seguridad requerida.

En relación con la fiabilidad, CNAT ha aportado el informe realizado por Framatome de referencia NGPS4/2003/en/0089, rev. A "Exchange of Rotary Converters in Trillo Reliability Considerations", en el que se concluye que, teniendo en cuenta la tasa de esperada de fallos (genérica) de los inversores estáticos, la fiabilidad de los inversores estáticos es mayor que la de los convertidores rotativos. No obstante, la evaluación del CSN señala que en dicho informe no se hace referencia a los componentes digitales del equipo.

Con objeto de verificar la robustez y también la fiabilidad del nuevo inversor y del baipás estático, CNAT ha realizado una evaluación de la calidad de su proceso de desarrollo. Esta evaluación indica que, en cuanto a la calidad del producto, AEG cumple con los requisitos de la KTA-1401 "General Requirements for Quality Assurance"

Adicionalmente, CNAT ha realizado una auditoría al suministrador AEG con objeto de verificar in situ la idoneidad del sistema de calidad del proceso de desarrollo de los equipos con componentes digitales (equipos con lógica embebida).

De acuerdo con la documentación presentada, CNAT ha verificado que el proceso de desarrollo de los equipos está documentado, pero esta verificación no ha tenido la extensión y alcance necesarios para garantizar que los procesos seguidos sean acordes a lo requerido por la normativa a los equipos digitales relacionados con la seguridad para minimizar la probabilidad de ocurrencia de fallo en modo común. Por ello, aunque en el marco de esta solicitud y propuesta de dictamen técnico, se descarta la existencia potencial de fallos de modo común al implantarse la modificación de diseño en una sola redundancia, en el caso de que en el futuro se propusiese la instalación de inversores estáticos en otras redundancias, se debería realizar una evaluación técnica más detallada que lo soporte.

Compatibilidad electromagnética

En relación con la posibilidad de interferencias electromagnéticas, CNAT ha realizado un análisis de cumplimiento de la guía reguladora RG 1.180. En el informe aportado por CNAT de referencia 18-F-E-00321, ed. 2 "Análisis de cumplimiento normativo de equipos instalados con 4-MDP-02244-01 (GZ40A, GZ40B, GZ40SBS)", se concluye que existe una garantía razonable de que no existen problemas de interferencias electromagnéticas con la implantación de la modificación de diseño, que el titular propone realizar medidas específicas en algunos puntos para verificarlo, lo que se considera adecuado.

Diversidad del sistema de suministro ininterrumpido

La evaluación del CSN ha revisado el análisis sobre el cumplimiento de la norma KTA 3701 ed.2014, relativa a la necesidad de descartar que una misma causa iniciadora pudiera afectar a varias redundancias. Dado que la presente modificación de diseño se va a implantar en una sola redundancia, se descarta esa posibilidad, ya que el sistema de suministro ininterrumpido de las redundancias 1-3 cuenta con una fuente de alimentación de diferente tecnología.

Pruebas previstas para la puesta en servicio de la modificación

En cumplimiento de la Instrucción del Consejo IS 21, CNAT ha remitido con la solicitud información sobre las pruebas previas a la puesta en servicio de la modificación. La evaluación del CSN considera aceptable la información remitida sobre dichas pruebas.

3.3.2 Evaluación de la propuesta PME-4-17/06, de cambio de las ETF

A continuación se resume la valoración de la evaluación del CSN, de los cambios a las ETF propuestos en la PME-4-17/06.

El titular propone cambiar, en los apartados afectados, los títulos sustituyendo "convertidor rotativo" por "convertidor". En la condición límite de operación (CLO) 4.9.3.1 se siguen aplicando las mismas disposiciones para los GZ10/20/30 con la sustitución de estos para el convertidor rotativo de reserva GZ41. Para el GZ40 introduce una nota en la que se considera este último operable si lo está cualquiera de los dos inversores (A/B) que forma parte, al tener cada uno el 100% de capacidad para asumir las cargas de diseño. Estos cambios no introducen variaciones al criterio de tiempo de inoperabilidad (24 h) de las cuatro redundancias en modos 1, 2 y 3 por lo que se consideran aceptables.

Adicionalmente, en la misma CLO 4.9.3.1 el titular también introduce un cambio respecto a la tolerancia de $\pm 1,5\%$ en el valor de frecuencia de salida para el GZ40. El valor de la tolerancia pasa a ser el $\pm 3\%$ para el nuevo sistema GZ40. Ello es debido a que los inversores toman como referencia la frecuencia de la red. El titular indica que aún se dispone de suficiente margen ya que el rango de frecuencia aceptable de los consumidores es de $\pm 5\%$. El cambio se considera aceptable.

En la Tabla 4.9.3.1, relativa a la posición requerida para los interruptores de entrada de los convertidores, se eliminan los dos interruptores correspondientes al GZ40 en la fila de la especificación relativa a la sustitución por el GZ41, ya que dicha posibilidad ya no aplica para el GZ40. Además, se han introducido en distintas filas los dos inversores estáticos GZ40A y GZ40B, cada uno con su correspondiente interruptor de entrada necesario para su operabilidad individual. La propuesta incluye requisitos individuales de operabilidad para cada uno de los dos inversores que conforman el convertidor GZ40.

En la nota de la CLO se indica que la operabilidad del convertidor GZ40 se garantiza con al menos uno de los dos inversores estáticos GZ40A/B.

En la solicitud de CNAT no se modifican las disposiciones de las CLO 4.9.3.2 aplicables a los modos 4 y 5, ya que el GZ40 no se ve afectado al no ser requerido en estos modos.

Se modifica la tabla 4.9.4.3 para tener en cuenta el alineamiento de los interruptores del sistema de distribución para tener alimentada la barra GD desde inversores y hacerlo coherente con la solicitud de modificación de diseño.

Estos cambios se consideran aceptables.

Por último, se modifican las bases correspondientes a los apartados 4.9.3 y 4.9.4 en correspondencia a las modificaciones anteriores propuesta, lo cual es aceptable.

3.3.3 Conclusiones

La evaluación realizada por el área INEI concluye que la solicitud PME-4-17/06 es aceptable y puede informarse favorablemente.

Asimismo considera que la modificación de diseño 4-MDP-02244-01, que incorpora componentes digitales, es aceptable al tratarse de una modificación de diseño que afecta a

una sola redundancia y por lo tanto, se descarta la posibilidad de fallo de modo común. Si en el futuro CNAT quisiera implantar esta modificación de diseño en alguna otra redundancia, sería necesario, en relación con la cualificación de componentes digitales, analizar la susceptibilidad al fallo en modo común.

La evaluación ha identificado una deficiencia de evaluación debido a que la calidad de la información suministrada inicialmente por el titular con la solicitud no fue adecuada, al no incluir la documentación necesaria relativa al uso y cualificación de componentes digitales.

3.4. Desviaciones: No.

3.5. Discrepancias respecto de lo solicitado: No.

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Como resultado de la evaluación realizada, se propone informar favorablemente la solicitud de aprobación de la propuesta PME-4-17/06 de modificación de las ETF de CN Trillo.

4.1. Aceptación de lo solicitado: Sí.

4.2. Requerimientos del CSN: No.

4.3. Compromisos del Titular: No.

4.4. Recomendaciones del CSN: No.