

NOTA TÉCNICA

Comisión Técnica de la SNE

DESARROLLO DE CABLES ELÉCTRICOS PARA SU UTILIZACIÓN EN CENTRALES NUCLEARES

Introducción

Las especificaciones sobre seguridad de componentes de centrales nucleares son, generalmente, más restrictivas que las aplicables al resto de la industria. Esto obliga a los suministradores de materiales y equipos a establecer procesos de desarrollo y cualificación acordes con las exigencias de los clientes, normalmente plantas nucleares o empresas de ingeniería.

Los cables eléctricos se utilizan de manera generalizada en todos los sistemas que integran una planta nuclear y son elementos en continua evolución, estando dirigidas las principales líneas de investigación hacia el estudio de vida en diferentes condiciones de radiación y temperatura y a la mejora de su comportamiento frente a situaciones extremas.

El desarrollo de mezclas para fabricación de materiales aislantes en cables de potencia e instrumentación y control es un proceso lento y laborioso basado en ensayos de laboratorio, en el tratamiento estadístico de los resultados y en la interpretación de los mismos con el fin mejorar los materiales y procesos de fabricación. Esta actividad de mejora continua de los productos no recibe la misma atención que los grandes proyectos de I+D pero es con frecuencia la base sobre la que se asientan muchos de éstos.

En las instalaciones de Pirelli en Vilanova i la Geltrú se trabaja en el estudio de nuevas composiciones de materiales resistentes a agresiones externas según normas IEEE para cables tipo 1E.

Los equipos utilizados para simular las condiciones ambientales y analizar sus efectos son:

- Cámaras L.O.C.A. Diseñadas para reproducir las diferentes etapas de un accidente con pérdida de refrigerante. Pirelli dispone de dos de estas cámaras, una de 0.5 m³ (en servicio desde 1975) y otra de 1 m³ (operando desde 1986). Ambas cumplen con las exigencias de IEEE para este tipo de ensayos y disponen de regulación independiente de temperatura, presión y humedad, además

de un sistema de spray para rociado de las muestras con diferentes productos químicos.

- Los cables a ensayar quedan situados de tal manera que ambos extremos son accesibles con el fin de poder hacerlos trabajar en condiciones reales de tensión y corriente.

- Estufas de envejecimiento térmico. Capaces de mantener temperaturas elevadas durante largos períodos de tiempo. Son necesarias para las pruebas de envejecimiento y vida remanente.

- Dispositivos para ensayos de llama. Consistentes en quemadores de gas o aceite.

- Equipos para el control de humos en la combustión. Cámaras del tipo 3M CUBE TEST que miden la cantidad y densidad de los humos.

Ensayos más frecuentes

Las pruebas realizadas en cables destinados a instalaciones nucleares siguen dos líneas de investigación bien diferenciadas: por un lado, la evaluación de su integridad en condiciones extremas y por otro, el estudio del proceso de envejecimiento y vida remanente.

La primera línea obedece a la evolución de la industria hacia criterios más restrictivos en cuanto al comportamiento de materiales frente a accidentes severos. Dentro esta categoría cabe destacar:

- Ensayos en Cámara L.O.C.A. en los que se somete a las muestras a temperaturas entre 100 y 200°C y presiones relativas de 0 a 3 kg/cm². Suelen durar unos tres días y van seguidos de pruebas de enrollado y tensión para evaluar el estado final del cable.

- Ensayos de llama en los que se

comprueba que el cable no es propagador de incendios.

- Ensayos de humos destinados a evaluar el volumen de humo generado en la combustión y la opacidad del mismo. También se analiza el contenido en halógenos.

El estudio de envejecimiento es más complejo ya que se trata de extrapolar resultados de ensayos relativamente cortos a períodos de hasta 40 años.

Son dos los factores que afectan a la vida de un cable en una instalación nuclear. La temperatura, bien producida por efecto Joule (principalmente en cables de potencia) o la existente en el ambiente, es la variable más determinante. La irradiación, siendo un factor también decisivo es de más difícil estudio y por tanto, su efecto sobre los materiales, más incierto.

Las aproximaciones más frecuentes al estudio de vida de materiales aislantes son:

- Simulación de vida de cables eléctricos con envejecimientos térmicos acelerados.

Se trata de determinar la curva de envejecimiento para cada mezcla de material aislante. Esto se consigue manteniendo las muestras de cable a diferentes temperaturas y realizando luego ensayos eléctricos y mecánicos sobre el aislante.

- Vida remanente de cables eléctricos en servicio en centrales nucleares.

Los ensayos de vida de cables y las curvas de envejecimiento resultantes se hacen por lo general en las condiciones más desfavorables, es decir suponiendo



Instalación para la prueba de simulación de accidente en cámara 1m³. Disponible en los laboratorios de Pirelli

una utilización del cable del 100% del tiempo en condiciones nominales de corriente y factores ambientales continuos.

Con frecuencia los cables trabajan en condiciones más favorables que las de diseño, bien por formar parte de sistemas poco utilizados o por estar localizados en ambientes favorables, por lo que su vida puede ser más extensa que la prevista inicialmente. Un estudio detallado de la historia de cada cable y sus condiciones reales de funcionamiento en un determinado sistema permite evaluar el grado de envejecimiento y por tanto la vida remanente.

Estos ensayos se realizan generalmente por encargo de las centrales.

- Estudio de los efectos sinérgicos referentes a envejecimientos térmicos e irradiación.

Trata de establecer la influencia de estos dos factores cuando se presentan de manera conjunta. Este es un estudio complejo porque requiere gran cantidad de muestras y ensayos. Las muestras se envían para su irradiación a instalaciones con los medios necesarios como son las del CIEMAT en Madrid.

- Efecto de irradiaciones a muy baja velocidad de aplicación sobre distintos materiales aislantes.

La norma correspondiente de IEEE establece un máximo para la tasa de dosis aplicable en laboratorio a un determinado material aislante. Esta tasa es por lo general muy superior a la recibida por el cable en condiciones normales de uso.

Durante mucho tiempo se ha pensado que el efecto de las radiaciones sobre los materiales dependía únicamente de la dosis total absorbida, independientemente de la tasa de aplicación y por tanto del tiempo de exposición. Estudios más recientes muestran que la tasa de dosis puede ser un factor importante, por lo que debe tenerse en cuenta en el estudio del proceso de envejecimiento.



Montaje en servicio en cámara de 0.6 m³.

Los resultados de unos y otros ensayos afectan de manera inmediata a los procedimientos de fabricación dando lugar a un proceso de evolución continua.