

## La importancia de una correcta selección de transformadores para los Parques Eólicos

El furor en el desarrollo e implantación de parques eólicos en el mundo ha superado el desarrollo normal de una curva de aprendizaje, llegándose al extremo donde las soluciones son validadas por prueba y error.

Tal es el caso de los transformadores de los aerogeneradores, donde una inusual cantidad de fallas se han manifestado en los últimos años. La causa de este alto número de fallas no es difícil de intuir, «transformadores convencionales de distribución» han sido utilizados para una sollicitación mucho más exigente y ya sea por desconocimiento o por una cuestión de maximizar la utilidad, los desarrolladores de los parques eólicos han tenido importantes perjuicios por este tema.

Tal es la gravedad de la situación que desde 2012 la Comisión Electro-técnica Internacional (IEC, por sus siglas en inglés) y el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE por sus siglas en inglés) vienen trabajando en forma conjunta en el desarrollo de una norma particular para

esta aplicación, la cual esperamos que próximamente vea la luz bajo la denominación IEC 60076-16.

Los transformadores de turbina elevan desde tensiones de unos pocos cientos de volts a tensiones secundarias que en la Argentina pueden ser de 13,8 kV o 34,5 kV. Este secundario luego estará conectado a un circuito que las vinculará a otro transformador en una tensión de 138 kV o superior.

El papel del transformador elevador aerogenerador debe ser analizado y evaluado correctamente. La industria debe pasar de las decisiones de compra de los equipos basados en el costo inicial más bajo a los equipos que proporcionan una mejor opción en términos de costo total de propiedad, la estabilidad de la red, y menor tiempo de inactividad y de pérdida de ingresos por problemas de mantenimiento. La tecnología más reciente en el desarrollo de estos transformadores destinados a parques eólicos se debe considerar al tomar decisiones de compra.

Las características claves de transformadores elevadores de aerogeneradores y sobre las cuales los desarrolladores deben prestar especial atención son: la carga del transformador, el contenido de armónicos y las cargas no sinusoidales, las variaciones de tensión, los requisitos especiales para resistir fallas y los requerimientos dimensionales específicos del transformador.

Las turbinas eólicas son distribuidas en una matriz en la cual el viento sopla a través de ellas; mas no con una velocidad constante ni predecible: esta condición de imprevisibilidad hace que las cargas sobre los transformadores varíen permanentemente; razón por la cual, además de las consideraciones ya citadas con respecto a la calidad de la energía que deben manejar, la eficiencia y sobre todo las pérdidas en vacío, son un factor primordial a tener en cuenta. Estas pérdidas estarán presentes durante toda la vida del transformador, mientras que la turbina generará en el mejor de los casos durante un 25 al 30% de la misma.

Es sabido que cuando el viento sopla, las turbinas pueden suministrar energía. Cuando la velocidad del viento es baja, se genera sólo una fracción de la capacidad de diseño. Inclusive, por debajo de una cierta velocidad, las turbinas pueden no generar energía en absoluto. Irónicamente, en los vientos muy fuertes las turbinas deben también ser detenidas para evitar daños en las mismas. La variabilidad en el viento hace que la turbina esté funcionando en continuo cambio, los niveles de potencia a los que están sujetos los transformadores son cambiantes, con frecuentes ciclos térmicos diarios. A diferencia de los transformadores de distribu-



ción que frecuentemente ven un solo ciclo diario en función de la carga, el transformador elevador de un parque eólico puede completar un ciclo de carga baja a alta varias veces al día, según el capricho de los vientos locales. Este ciclo provoca tensiones térmicas en el bobinado, en la estructura de sujeción, sellos y juntas. Un ciclo térmico continuo también puede causar un envejecimiento acelerado de las conexiones eléctricas internas y externas.

Por otra parte, los parques eólicos están típicamente situados en zonas alejadas de personal de bomberos locales capacitados y donde normalmente no hay servicios fácilmente disponibles para la extinción de incendios. Un incidente de fuego solo podría escalar a un incendio, especialmente durante los meses más secos. Esto generaría un corte de energía, combinado con la posibilidad de una sustitución completa del transformador y hasta de las torres, lo que se traduce en un significativo impacto económico, otra razón por la cual es necesario abordar adecuadamente el problema.

Además, el aceite mineral se ve como la solución estándar para el fluido aislante dentro del transformador debido a lo económico que resulta en comparación a otras variantes. Si bien es la solución menos costosa,

debe tenerse en cuenta que su punto de inflamación relativamente bajo presenta el riesgo de un derrame de hidrocarburos. Al impacto económico que puede resultar de dicho derrame hay que sumarle el costo ambiental ya que la mayoría de los parques eólicos en tierra y todos los parques eólicos marinos se encuentran en zonas ambientalmente sensibles. Es sobre este punto donde debemos replantearnos cuán limpia queremos que sea esta llamada energía «limpia». Una solución a este dilema sería el uso de un fluido de alto punto de inflamación, como son los esterres naturales o sintéticos. Ambos con muy buena respuesta frente al medio ambiente.

Por último, el aumento de la exposición a los rayos es otro tema a considerar en el diseño de los transformadores. Dado que los parques eólicos se encuentran en áreas remotas, por lo general en elevaciones o llanuras expuestas, los patrones de viento no están obstruidos por el terreno circundante y por estructuras construidas por el hombre u obstáculos naturales. Esto aumenta la exposición del transformador a las tormentas y los rayos. Como consecuencia, los descargadores de sobretensiones deben ocupar un lugar destacado en el transformador elevador pues éstos actuarán como

equipos de protección de la turbina eólica.

Como se ha tratado de describir, la selección adecuada del transformador para la turbina eólica no es una decisión trivial y muchos aspectos deben ser considerados para que esta energía «limpia» siga siéndolo y no nos encontremos en pocos años, con parques eólicos abandonados por falta de rentabilidad debido a un elevado costo de mantenimiento. *A tal fin Tubos Trans Electric, en acuerdo de colaboración con DuPont, ha diseñado el Transformador de Alta Temperatura (TAT).* Este es un transformador de dimensiones reducidas con valores de eficiencia superiores a los actualmente utilizados en el mercado, adoptando las limitaciones de temperatura impuestas por la norma. Este equipo cuenta con aislación sólida en Nomex®, Clase 200°C, y con fluido de siliconas (punto de inflamación de 300°C) y es una alternativa al transformador seco. Además de tener la ventaja de su menor volumen total y su menor nivel de pérdidas, cuenta con el valor agregado de tener menores requerimientos de obra civil. Estos transformadores están especialmente adecuados para ser instalados en los molinos de generación eólica.