

# Resumen

La omnipresencia de la energía eléctrica en la sociedad actual por su versátil conversión desde (energía primaria) y en (energía final) casi cualquier otra forma energética, su elevado rendimiento en el transporte allá donde se necesite y en la cantidad precisada (fraccionamiento prácticamente ilimitado), ha hecho de esta energía intermedia, del sector eléctrico, el centro de la política energética, reflejo, en definitiva, de su carácter esencial para el funcionamiento de todos los sectores productivos. Y ya dentro de éstos, para realizar la conversión electromecánica, el motor eléctrico de inducción, por su sencillez, robustez, variedad de aplicaciones, etc. es por antonomasia la máquina eléctrica más difundida en cualquier ámbito industrial, constituyendo, junto a otros componentes, un elemento clave de los sistemas en los que se integra.

Esta supremacía del motor de inducción, naturalmente, ha hecho que desde diferentes enfoques y ámbitos (académicos, industriales, etc.) se haya profundizado, desde hace décadas, y se siga hoy, en la mejora del conocimiento científico y tecnológico para diagnosticar con técnicas cada vez más refinadas eventuales fallos en estas máquinas eléctricas, con el fin de evitar interrupciones imprevistas o no programadas en los procesos productivos en las que estas máquinas están presentes y a los que se asocian pérdidas económicas, de competitividad en definitiva, de las empresas que las emplean, que justifican sobradamente se sigan destinando esfuerzos en conocer cada vez mejor su funcionamiento, especialmente de las variables físicas que permiten de forma predictiva anticiparse la materialización de un fallo. Naturalmente, esta detección debe hacerse con los métodos menos invasivos para el funcionamiento normal del motor y tratando de minimizar el coste computacional, buscando la implantación de soluciones en entornos reales de trabajo, esto es, trasladando el análisis del laboratorio (tipo off-line) a la industria (on-line).

En este sentido, las técnicas de diagnóstico clásicamente más utilizadas se han basado en el análisis en régimen permanente de la corriente estatórica a través de la transformada rápida de Fourier (FFT), al cumplir el doble criterio de no invasión y excelente tiempo de computación. Posteriormente, desde finales del siglo XX, los esfuerzos investigadores se han dirigido en tratar de identificar los fallos incipientes en régimen transitorio (basadas en análisis tiempo-frecuencia) donde existe mucha más

---

información en la señal y en coherencia con la propia exigencia de la máquina. Por contra, este enfoque requiere mayores necesidades computacionales, que sin embargo es imprescindible reducir para dar soluciones industriales reales, y más si se quiere aprovechar la presencia hoy ya masiva y cotidiana de los equipos electrónicos (digital signal processor (DSP), field programmable gate arrays (FPGAs), Microprocesadores, etc.) que permiten, de forma específica, profundizar en el desarrollo de técnicas de diagnóstico, aprovechando sus ventajas (frecuencia de muestreo, poder de cálculo, etc.) y teniendo en cuenta su escasa capacidad de memoria. Tratar de cohonestar esta limitación con los mayores requerimientos de memoria para realizar cálculos cada vez más complejos ha sido, y lo sigue siendo en la actualidad, otras de las líneas principales de investigación, en la que este trabajo ha tratado de profundizar.

Con esta finalidad, y tras hacer una revisión del estado del arte, presentar el equipamiento de laboratorio, los tipos de ensayos y señales que se han empleado para validar experimentalmente las técnicas de diagnosis propuestas en este trabajo, así como justificar los inconvenientes o limitaciones de la transformada short time Fourier (STFT) con las ventanas clásicas para el análisis de señales en régimen transitorio con fines de diagnóstico en máquinas eléctricas rotativas en campo, se propone la selección de la función prolate esferoidal, valorando el efecto de los parámetros que la definen, como ventana óptima para el análisis tiempo-frecuencia de la corriente estatórica empleando dicha transformada, así mismo se formula una propuesta para reducir el tiempo de cómputo y la capacidad de memoria de cálculo de este análisis de esta señal moviendo la ventana en el dominio de la frecuencia en lugar del temporal. De esta forma se contribuye a la reducción en cuanto a tiempos de procesado y a los requisitos de memoria necesarios sin perder calidad en lo que a la información referente al fallo se trata, ambos factores esenciales para alcanzar la meta de que las soluciones permitan su implementación en entornos industriales reales, con limitaciones de memoria o comunicación si se trata de sistemas aislados o remotos.