



Título: FAULT DIAGNOSIS IN PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTORS FOR ELEVATOR INSTALLATIONS

Nombre: Galfarsoro Anduaga, Unai

Universidad: Mondragón Unibertsitatea

Departamento: Mecánica y producción industrial

Fecha de lectura: 19/07/2021

Programa de doctorado: Programa de Doctorado en Ingeniería Aplicada por la Mondragón Unibertsitatea

Dirección:

> **Director:** Javier Arrasate Ayerbe

> **Codirector:** Alex Mccloskey Gomez

Tribunal:

> **presidente:** JOSÉ ALFONSO ANTONINO DAVIU

> **secretario:** GAIZKA ALMANDOZ LARRALDE

> **vocal:** DANIEL MORIÑIGO SOTELO

> **vocal:** JON GARCÍA BARRUETABEÑA

> **vocal:** LEIRE IRAZU ECHEVERRIA

Descriptores:

> MOTORES ELECTRICOS

> INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

> ONDAS ELECTROMAGNETICAS

El fichero de tesis ya ha sido incorporado al sistema

Localización: MONDRAGON UNIBERTSITATEA

Resumen: El diseño, las tolerancias de fabricación, los problemas de montaje y otros defectos influyen directamente en el confort y la fiabilidad de los motores síncronos de imanes permanentes (PMSM), en el sector de los ascensores en el que se centra esta tesis. Por ello, el objetivo de esta tesis es desarrollar un procedimiento para diagnosticar los fallos mecánicos (cogging y excentricidad) y de magnetización más frecuentes en los PMSMs, a partir de señales medidas experimentalmente, para mantener esos fallos por debajo de valores razonables.

Teniendo en cuenta las investigaciones publicadas anteriormente, la principal conclusión es que varias investigaciones sobre los fallos de excentricidad y magnetización basadas en el análisis espectral dan resultados confusos y esto necesita ser estudiado. A menudo se estudia la desmagnetización local, en la que se elimina un solo imán, pero es necesario analizar otros tipos de fallos de magnetización más generales y realistas. Además, frecuentemente se ignora la influencia de las tolerancias.



En relación al par de cogging, se demuestra que su identificación a través de las señales de vibración medidas en el estator no es posible, pero utilizando los espectros de las señales de velocidad rotacional medidas a bajas velocidades la identificación se realiza con éxito.

En cuanto a las excentricidades y tolerancias, se utilizan cálculos analíticos y de elementos finitos para adquirir conocimiento sobre el efecto de las excentricidades estáticas y dinámicas, las tolerancias del rotor y del estator, y sus combinaciones. En este análisis se consideran las señales temporales y los espectros de varias señales (la fuerza magnética neta, el par de cogging y el flujo magnético en el entrehierro). A continuación, se realizan mediciones experimentales para verificar los cálculos analíticos y de simulación, obteniendo las mismas tendencias. Se ha diseñado y fabricado un novedoso banco de ensayos que permite generar cualquier valor de excentricidad estática y/o dinámica de forma continua, rápida y sencilla. En particular, el mecanismo diseñado para generar la excentricidad dinámica es especialmente original y eficiente. Mediante el banco de ensayos experimental, se analizan más tipos de señales (corrientes, tensiones, vibraciones, velocidades rotacionales y flujos magnéticos a través de los dientes con bobinas de búsqueda). A partir de todos estos resultados, se establece un enfoque global para evaluar los fallos de excentricidad estática y/o dinámica, junto con los fallos de tolerancia del rotor y/o del estator. Para la máquina analizada se confirma que el diagnóstico de los fallos de tolerancia del rotor es más fácil que el diagnóstico de excentricidades. Se explican los puntos fuertes y débiles de cada tipo de señal medida y del método de análisis para detectar cada tipo de fallo.

Se confirman la importancia de la configuración para realizar la transformada rápida de Fourier (FFT) y sus limitaciones. Se verifica que el análisis espectral de señales temporales no es 100% fiable para el diagnóstico de máquinas eléctricas cuando hay que comparar armónicos poco espaciados. Por ello, se implementa la técnica de seguimiento de órdenes para mejorar los resultados y evitar el efecto de las fluctuaciones de velocidad. Como alternativa, se propone el uso de parámetros estadísticos y se confirma su fiabilidad.