

«Estudio de redes neuronales y modelos de cuadripolos para la solución del problema inverso en ensayos no destructivos, por medio de corrientes inducidas. Aplicación para el control de espesores en superficies metálicas con protección multicapa»

Resumen

En la actualidad el uso de métodos de prueba empleando ensayos de corrientes inducidas se ha generalizado en la industria, no sólo en el campo de los ensayos no destructivos, para estudiar el comportamiento de las grietas en elementos sujetos a fatiga así como para detectar fallas en la estructura interna metálica, sino también como instrumentos de medida para obtener información de la caracterización de los materiales, composición de las capas superficiales, magnitud de la oxidación superficial, espesor de las capas superficiales tratadas para su endurecimiento. Sin embargo, la aplicación de corrientes inducidas para conocer el dimensionado de capas superficiales puede resolverse mediante el problema directo pero no así el inverso, obtener a partir de las mediciones de parámetros electromagnéticos, las dimensiones de las capas estratificadas en la superficie del metal. Este caso singular es el que trata de resolver esta tesis de manera que empleando un modelado que sustituye las distintas capas físicas del material, por elementos cuadripolares o cuadripolos, de cuyo comportamiento se puede establecer el paralelismo con que aparecen las corrientes inducidas en la superficie del metal en condiciones reales. Para esto, se han tomado varios juegos de placas con distintos espesores conocidos y se han medido sus impedancias características mediante sensores adecuados. Los resultados obtenidos sirven para entrenar una red neuronal artificial, y por tanto deben de permitir su empleo para resolver el problema inverso, es decir, a partir de las lecturas de la medición como entrada de la red neuronal obtener las dimensiones buscadas a la salida.

Los trabajos se inician con un estudio detallado de las soluciones a las ecuaciones de campos electromagnéticos armónicos y para el modelo que se propone. Se usa el método vectorial del potencial vector magnético con las condiciones de contraste de Coulomb. Se estudian la propagación de señales en las proximidades de la superficie y en la región frontera. Se establece la formulación básica de las corrientes inducidas y se estudian con detalle dos problemas concretos y sus modelos, el de una placa de espesor finito y el de un cilindro.

Con todo ello se propone un método de resolución de las ecuaciones del problema mediante el empleo de series numéricas en la sustitución de las integrales con límite superior infinito. Se obtienen resultados para el cálculo de los parámetros resultantes en función de la frecuencia de ensayo y para un modelo establecido. Se propone un modelo de simulación ANSYS con dos soluciones, en la primera se emplea un modelo plano PLANE53 y en la segunda un modelo tridimensional SOLID236. A partir de este último se estudia la sensibilidad del ensayo de corrientes inducidas por comparación de resultados al modificar las condiciones del medio, permeabilidad y conductividad. También se propone un modelo de propagación de señal similar al de una línea de transmisión en telecomunicaciones, para ello se establecen modelos de cuadripolos y se conectan en cadena, los resultados teóricos se obtienen por las distintas frecuencias y sirven para mostrar un método de medida u control de los distintos espesores.