

Correntes induzidas - de parasitas a desejáveis

Luís Rosado¹

O método de ensaio Não-Destrutivo (NDT) por Correntes Induzidas (CI) é um dos mais populares na inspeção de juntas soldadas em busca de pequenas falhas que possam comprometer a integridade das estruturas. Na sua vertente mais convencional, o método baseia-se na utilização de uma sonda bobine posicionada sob a junta a inspeccionar. Quando excitada por uma corrente alternada, o respectivo campo magnético primário acaba por induzir correntes eléctricas nas camadas mais superficiais. O fenómeno é na verdade semelhante ao que provoca as indesejáveis perdas no entreferro dos transformadores. Estas CI modificam o campo magnético que é também modificado na ocorrência de perturbações nas correntes induzidas por exemplo causadas por defeitos. A leitura do campo magnético resultante é muitas vezes feita caracterizando a impedância da própria bobine enquanto é movimentada ao longo da junta [1].

A diversidade de aplicações do método de CI tem levado ao desenvolvimento de diversos tipos de sondas consoante o tipo de inspeção pretendida. Muitas vezes, é também a inexistência de métodos suficientemente capazes em algumas aplicações que motiva o projecto de novas sondas. Foi neste enquadramento que se desenvolveu, numa parceria entre o Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores e o Departamento de Engenharia Mecânica do IST, um novo tipo de sonda para a inspeção de juntas soldadas no estado sólido. Nesta nova tipologia planar, representada na Fig. 1, a separação do elemento de excitação (o filamento central) e de leitura (as duas bobines sensíveis geometricamente simétricas) permite a geração de CI muito concentradas bem como medidas em modo diferencial com maior sensibilidade [2].

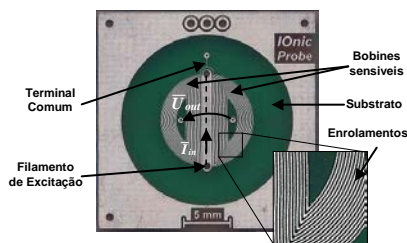


Fig. 1 - Protótipo de uma das novas sondas de CI desenvolvidas.

Os bons resultados da nova sonda levaram ao desenvolvimento de um sistema dedicado para corresponder aos seus requisitos. Este sistema é composto por um núcleo de Processamento Digital de Sinal (PDS) baseado num dispositivo de lógica programável, dispositivos de conversão digital-analógico e analógico-digital, e um *frontend* analógico.

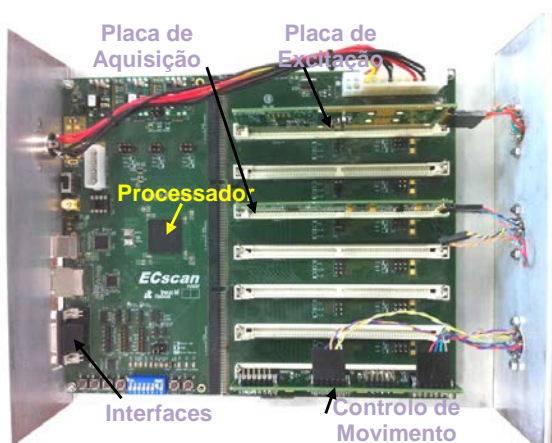


Fig. 2 - Sistema ECscan modular e escalável.

A forma de onda da corrente de excitação é digitalmente sintetizada, convertida por um conversor digital-analógico (DAC, com 14 bits a operar a 125 MHz) e amplificada para níveis até 1 A amplitude com largura de banda igual a 10 MHz. Os sinais nas bobines sensíveis são amplificados com um máximo de 80 dB, digitalizados usando um conversor analógico-digital

Jornal da AMRAD, nº 4 - Março de 2013

(ADC, também de 14 bits a operar a 125 MHz) e desmodulados no núcleo de PDS. Um computador é usado para controlar os diversos parâmetros da excitação e da desmodulação bem como para a visualização dos resultados.

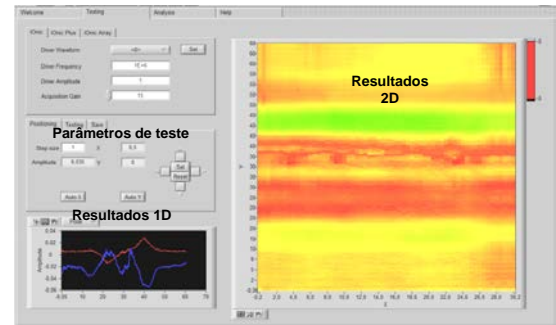


Fig. 3 - Interface de controlo do sistema ECscan.

A utilização de diferentes frequências permite uma caracterização melhorada dos defeitos detectados já que este parâmetro permite controlar a maior ou menor profundidade em que as correntes induzidas se irão concentrar (pois são sujeitas ao efeito pelicular). Para efectuar rapidamente o teste em várias frequências simultaneamente foi desenvolvido um módulo digital gerador de sinais que permite combinar várias frequências arbitrárias. Vários geradores do tipo DDS (*Direct Digital Synthesis*) são configurados e a suas saídas são adicionadas usando uma árvore de somadores.

O sinal resultante é depois convertido pelo DAC e aplicado como corrente de excitação. O cálculo da componente real e imaginária de cada uma das componentes de frequência na tensão de saída da sonda é efectuada recorrendo a vários canais de desmodulação IQ, semelhantes a um desmodulador de QAM. Cada um dos DDS do módulo gerador disponibiliza também duas referências sinusoidais (em fase e em quadratura com o sinal de saída) que são multiplicadas pelo sinal adquirido pelo ADC.

O processo de multiplicação duplica o espectro do sinal de entrada deixando a componente com frequência igual à de cada referência em DC e no seu dobro. O isolamento da componente DC das outras componentes do sinal é feito recorrendo a dois filtros passa-baixo digitais. O primeiro filtro, do tipo CIC (*Cascaded Integrator Comb*) utiliza uma estrutura composta apenas por atrasos e somadores e efectua a decimação dos dados de 125 MHz para 1.25 MHz.

À nova frequência de amostragem, a filtragem de banda estreita é conseguida com um filtro IIR (*Infinite Impulse Response*) de 4ª ordem com frequência de corte igual a 1 kHz. Um microcontrolador implementado com a lógica disponível na FPGA fica responsável pela leitura do sinal de saída dos filtros e pelo seu envio através de USB para o computador.

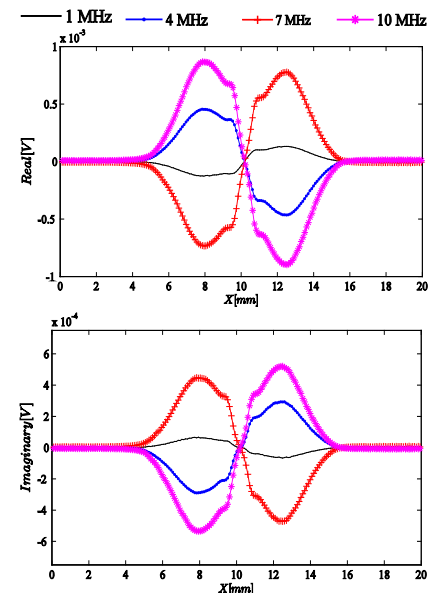


Fig. 4 - Resultados experimentais com ranhura em chapa de alumínio.

Na Fig. 4 mostra-se os sinais obtidos na análise de uma fenda com 0,4 mm de largura e 0,5 mm de profundidade em chapa de alumínio aeronáutico, feitas a diversas frequências com uma sonda com 10 mm de diâmetro.

Referências: [1] J. Martín, J. Gil, E. Sánchez, "Non-Destructive Techniques Based on Eddy Current Testing," *Sensors*, vol. 11, pp. 2525-2565, 2011.

[2] L. Rosado, T. Santos, M. Piedade, P. Ramos, P. Vilaça, "Advanced Technique for Non-Destructive Testing of Friction Stir Welding of Metals," *Measurement*, vol. 43, n. 8, pp. 1021-1030, 2010.

1- Luís Rosado

Sócio da AMRAD

Engenheiro Electrónico pelo IST. Actualmente estudante de Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na área de investigação em métodos de Ensaio Não-Destrutivo usando correntes induzidas.

Contacto: luís.rosado@ist.utl.pt

