

Retour d'expérience

MESURES MICROMÉTRIQUES SANS CONTACT POUR LA SÉCURITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

L'objectif était de développer une nouvelle méthode de mesure optique de haute précision dans le cadre d'un essai de propagation de fissure à l'intérieur d'un tube. Pour y parvenir, il a fallu construire un système de mesure optique basé sur une caméra linéaire haute résolution, une mécanique haute précision, une carte d'acquisition Camera Link et un logiciel développé sous LabVIEW avec les outils de vision de National Instruments.

Le centre de recherche EDF des Renardières réalise des essais sur la résistance des matériaux afin de contribuer à la sécurité des centrales nucléaires. L'un de ces essais consiste à analyser la propagation de fissure à l'intérieur d'un tube de 352 mm de diamètre soumis à une flexion quatre points.

La nouvelle composition du tube est testée afin d'ajuster les modèles de calcul. Ces modèles de calcul permettent de connaître le comportement des matériaux soumis à des contraintes.

Afin de gagner en précision, New Vision Technologies (NVT) a été sollicité pour répondre à un cahier des charges de mesure optique de propagation de fissure produite par la flexion.

Au-delà des limites de l'extensométrie

Chaque méthode de mesure comporte des avantages et des inconvénients, elle influe parfois sur la mesure elle-même. L'intérêt de la mesure optique est qu'il s'agit d'une mesure sans contact. Il y a également l'habitude de l'usage d'une mesure. Les mesures par extensomètre par capteur LVDT sont très souvent utilisées. Les utilisateurs en connaissent

L'EXPERT



Véronique NEWLAND, ingénieure optronique, New Vision Technologies. Dans le cadre de la remise du prix Irène Joliot Curie dans la catégorie parcours femme entreprise, la Ministre Geneviève Fioraso a félicité la lauréate d'avoir participé au projet de mesure micrométrique pour le Centre de Recherche EDF permettant le dépôt d'un brevet pour ce projet.

l'intérêt et les limites. Les atouts de la nouvelle méthode de mesure optique proposée sont sa précision et son nombre élevé de points de mesure. Le système baptisé ELIOTE permet d'améliorer la réalisation d'essais de flexion.

La mesure est réalisée classiquement par des capteurs d'extensométrie LVDT. De par leur intégration mécanique, il n'est pas possible d'en positionner plus de cinq sur un arc de 220 mm. L'objectif de la nouvelle méthode est d'avoir un profil comportant beaucoup plus de points avec une résolution micrométrique.

Compte tenu de la taille du tube, il était nécessaire de s'assurer de l'encombre-

ment mécanique du dispositif de mesure à introduire à l'intérieur. NVT a proposé à EDF une préétude mécanique afin de mettre en plan 3D l'ensemble des éléments du système de mesure optique. L'intérieur du tube contient des facettes, ce qui nécessite un asservissement permanent du réglage de la mise au point du système optique.

Une solution matérielle innovante

La solution matérielle est basée sur une caméra linéaire comportant 8000 pixels. Une caméra linéaire (une seule ligne de pixels), comparativement à une caméra matricielle (une matrice de pixels), comporte plusieurs avantages tout à fait indispensables à ce projet.

D'abord, la mesure micrométrique de la largeur de la fente est possible du fait du nombre de pixels très important de la caméra linéaire. Ensuite, la mise au point de la ligne en tout point de la fente est possible, car celle-ci est toujours située au centre optique et parallèle à l'axe du tube. Elle ne subit donc aucune déviation.

L'éclairage de la ligne est assuré par une barrette de LED d'un faible encombrement. Elle assure un confort dans le



Tube en test sur machine EDF de flexion quatre points.

traitement de l'image par un éclairage homogène sur l'ensemble de la ligne observée.

Deux motorisations micrométriques assurent d'une part l'asservissement de la mise au point optique de la caméra et d'autre part le balayage de la fente au cours de l'essai.

Les images de la caméra linéaire sont acquises par une carte Camera Link NI PCI-1426 et le driver NI-IMAQ. Les fonctions d'entrées/sorties permettent une synchronisation rapide de l'acquisition de chaque ligne avec la motorisation assurant le déplacement.

Dans cette application, NVT utilise la plate-forme de développement logiciel LabVIEW et le Module NI Vision Development. Ces outils de développement ont permis de développer :

- la gestion de la caméra linéaire ;
- le dialogue avec le contrôleur des axes de motorisation ;
- l'asservissement de la position de la caméra en temps réel ;
- le calibrage de la zone de mesure ;
- le traitement de l'image de la fente ;
- différents outils de visualisation des mesures ;
- la création des fichiers de mesure.

Un partenariat d'experts LabVIEW

Le responsable de projet EDF est un utilisateur expert de LabVIEW. L'élaboration et la mise au point du système ont pu être réalisées en parfaite collaboration entre NVT et EDF autour d'outils maîtrisés par les différents intervenants.

La durée de réalisation du projet s'est inscrite dans une période de six mois. Celle-ci correspond à une première phase de gestion des approvisionnements avec les tests unitaires de tous les composants.

Tous les composants National Instruments étaient conformes à leurs spécifications tandis que l'optique et la mécanique ont dû être revues afin de répondre à nos spécifications. Dans cette phase, NVT a élaboré des programmes de test afin de s'assurer des spécifications matérielles.



Instrumentation ELIOTE à l'intérieur du tube.

L'essai réel devant être réalisé sur une éprouvette unique, le système devait être fiable et opérationnel. EDF a donc mis à disposition de NVT un moulage du tube réel, ainsi que les éléments mécaniques et pneumatiques de maintien du dispositif de mesure dans le tube. Ceci a permis de tester le montage de tous les éléments (caméra, axes mécaniques, miroir, etc.) et de faire fonctionner les mouvements mécaniques dans un environnement quasi réel.

Après six mois de gestation : un essai sans faute

L'essai d'une durée de quatre heures s'est déroulé parfaitement. Le système a pu fournir les mesures de largeur de fissure pendant toute la durée de l'essai. La qualité des mesures est conforme aux attentes.

L'avantage de ce système est principalement sa précision ainsi que le nombre de points fournis le long de la fissure (2000 points au lieu de 5 avec le système précédent).

Le centre de recherche EDF Renardières a choisi de déposer un brevet pour lequel Pascal LUCIA ingénieur chez NVT est co-inventeur. Le marché des essais par flexion est assez réduit ; cependant la validation de ce système comparativement aux méthodes habituelles d'extensométrie peut amener une évolution avantageuse des essais de flexion vers des méthodes de mesure optique ●



Vue du tube avec l'instrumentation traditionnelle.

+ SUR LE WEB

www.new-vision-tech.com