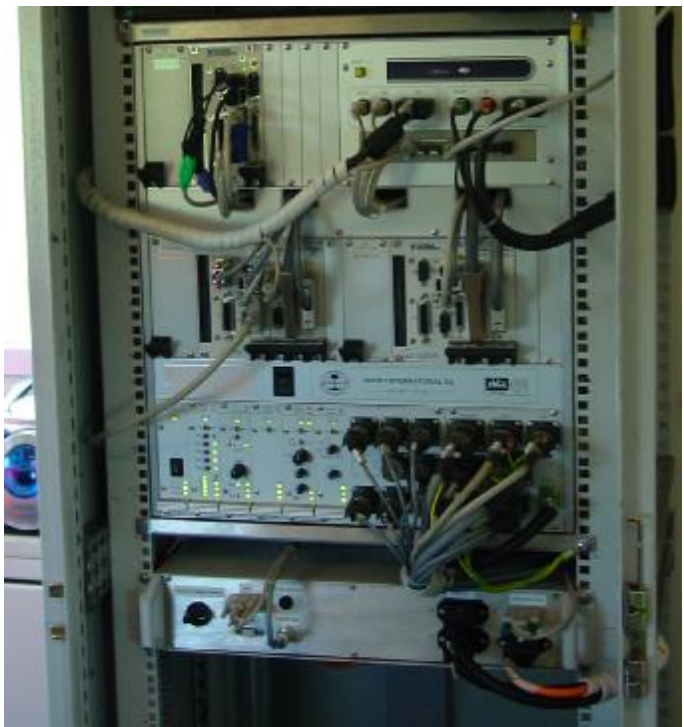


Système PXI de mesure de l'usure longitudinale et transversale du rail de chemin de fer

Eric Rabald, Qualimatest SA, Genève

1 Introduction

Le système présenté est utilisé sur un "train meuleur", utilisé sur les voies ferrées de part le monde. Ce système de meulage corrige la forme des rails afin qu'ils correspondent aux besoins du trafic ferroviaire. Pour mémoire, le profil transversal des rails est adapté en fonction de la forme à l'avancement de la voie, c'est à dire virage à droite, à gauche, aiguillage etc. La dénomination de profil transversal correspond à la partie du rail potentiellement en contact avec la roue sur une coupe orthogonale à la direction du rail. Le profil longitudinal est défini comme étant la variation de hauteur du point de contact



rail - roue par rapport à une référence le long de l'axe du rail. L'usure des rails apparaît a) sur leur profil transversal, auquel cas il s'agit d'une usure par frottement du bord des roues sur le rail (principalement dans les virages), ou par fluage du rail si des charges excessives sont mises en circulation; b) sur leur profil longitudinal, formant des ondulations dont l'amplitude s'amplifie à chaque passage de convois ferroviaires (principalement dans les zones d'accélération et de décélération). La correction des profils transversaux et longitudinaux est primordiale pour la sécurité du trafic ferroviaire (tenue, adhérence, guidage etc.), pour réduire les frais d'entretien des voies (moins les profils sont usés et moins ils s'usent), et enfin pour réduire les problèmes vibratoires (perte d'énergie à la traction, réduction des bruits émis par le passage d'un convoi, augmentation du confort des passagers).

Le système de mesure développé est utilisé pour déterminer les profils transversaux et longitudinaux sur le train qui réalise la correction des rails par meulage. Il indique au chef de train les zones et l'intensité du meulage. Ce système est constitué de cinq sous-système : détermination des profils transversaux par laser (KLD), comparaison et gestion des mesures de profils transversaux (MPT), détermination des profils longitudinaux par capteurs mécaniques de hauteur positionnés sur un chariot roulant (MPL), d'un superviseur et d'un banc de test et d'étalonnage.

2 Objectifs

Comme dans tout projets d'ingénierie, l'objectif primordial est d'obtenir le plus grand nombre de fonctionnalités fiables pour un investissement minimum. Le contexte industriel impose de plus des critères de fiabilité impitoyables et des temps d'immobilisation, donc de dépannage, minimums.

Ainsi, en un seul développement, plusieurs sous systèmes pseudo-indépendants et inter-communicants ont été mis au point en utilisant les solutions proposées par National Instrument.

Module de mesure longitudinale, MPL. Ce sous système intègre l'acquisition des hauteur mesurées par les capteurs en contact avec les rails (carte PXI 6071E), traite les données pour afficher les informations utiles au chef de train, les enregistre, puis les regénère (carte PXI 6713) sur un traceur afin d'avoir une copie papier des mesures. Ce système doit pouvoir être autonome, imprimer des données venant d'un autre sous-système identique, ou fonctionner avec le superviseur. Ce module n'a ni écran de sortie ni clavier.



Module de mesure transversale, MPT. Ce sous système est composé du système laser (KLD) et du système de gestion MPT. Le MPT reçoit les données du KLD et les compare à des profils de référence enregistrés dans une bibliothèque afin d'indiquer quelles sont les meules à utiliser (et à quelle profondeur) pour corriger le profil. Il imprime ensuite les profils transversaux sur une imprimante HPGL. Ce système doit également pouvoir être autonome ou fonctionner avec le superviseur.



Module de supervision. Ce sous système permet de configurer les modules MPL et MPT, d'afficher leurs mesures "à la volée", éventuellement de superviser d'autres systèmes présents sur le train. Il doit pouvoir être arrêté sans perturber le fonctionnement des deux sous systèmes.

Encombrement. Le système complet doit être contenu dans une boîte de 50 x 45 x 40 cm. La connectique doit être centralisée en face avant de manière à réduire le temps de montage.

Dépannage. Les composants défectueux doivent être identifiés et remplacés rapidement.

3 Hardware : les châssis PXI

Les modules sont fabriqués en utilisant des châssis PXI. Un châssis PXI est composé d'un ordinateur et d'emplacements pour des cartes électroniques. L'ordinateur, enfiché sur le châssis, peut fonctionner avec un système d'exploitation standard (type Windows, peu stable), ou spécifique (communément appelé RT pour Real Time). Les cartes électroniques, également enfichables, permettent d'ajouter à discrétion les fonctionnalités désirées.

Ces châssis PXI répondent à la demande d'encombrement minimum par leur taille réduite. La taille totale du système complet comprenant les trois châssis PXI, leurs alimentations, le banc d'étalonnage, un bloc de branchement TCP-IP + graveur de CD et un bloc de connexion de 14 prises est de 50 x 42x 40 cm.

Ils répondent également au critère de rapidité de dépannage : le remplacement d'une carte ou même d'un ordinateur (contenu sur une grosse carte), par leur architecture "front access", est réalisé très rapidement en retirant les deux vis de fixation (de trente secondes à une minute). Les composants National Instruments sont fournis dans des délais très brefs (deux à trois jours, n'importe où dans le monde), et leur production est assurée pendant une longue période.

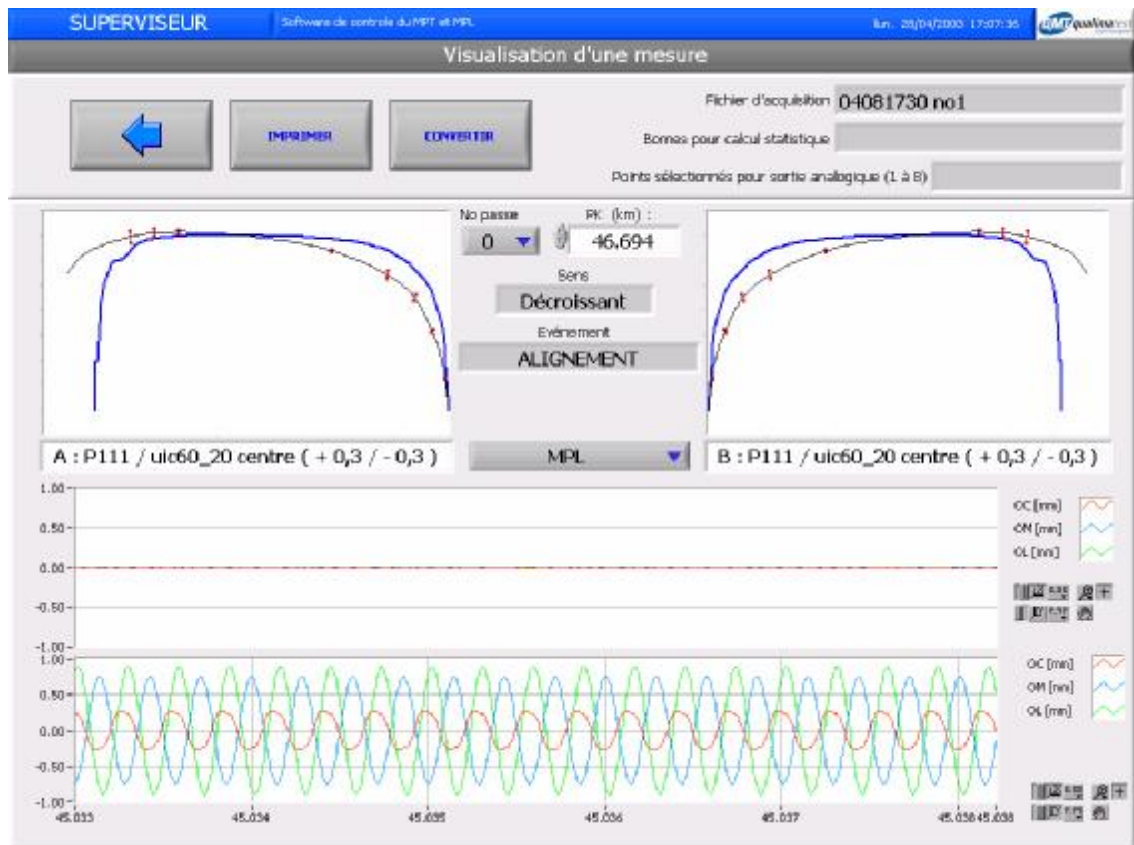
La fiabilité est obtenue en faisant fonctionner ces châssis en mode RT. Ce mode est basé sur un système d'exploitation ultra stable et indépendant de Windows, qui offre néanmoins toutes les possibilités de communication (Ethernet, GPIB, RS232, etc.). De plus, ce système charge automatiquement au démarrage le programme qui lui a été attribué. Ainsi configuré, le châssis PXI se comporte d'avantage comme une « machine intelligente » que comme un PC standard. Un *watchdog timer* est également disponible. Cette fonctionnalité permet de redémarrer le châssis RT si ce dernier n'indique pas à intervalles réguliers au *watchdog* qu'il est en fonctionnement normal.

4 Software

Pour répondre aux critères de fiabilité exigés par le client, un système mixte (Windows et RT) a été développé. Le superviseur, fonctionnant sous Windows, gère les interfaces utilisateurs, affiche les données fournies par les modules RT MPL et MPT, et permet de configurer ces derniers. Le système d'exploitation Windows a été choisi pour la convivialité de l'interface utilisateur (moniteur, clavier et souris).

Les deux blocs de mesures que sont le MPL et le MPT fonctionnent en mode RT; ils sont autonomes. Ainsi, si le superviseur a une défaillance, l'utilisateur peut le redémarrer sans interrompre les sessions de mesures indépendantes des MPL et MPT. Lorsqu'il redémarre, le superviseur communique par TCP/IP avec les MPL et MPT afin de savoir si ces derniers sont en acquisition afin de ne pas interrompre leur fonctionnement. Les interfaces des modules RT sont a) une combinaison de boutons et de LEDs positionnées en face avant du châssis et gérés par des entrées et sorties digitales; b) des écrans tactiles programmables, appelés postes de localisation, PL, positionnés dans les postes de pilotage du train (un à l'avant et l'autre à l'arrière), gérés par port RS232.

Le software a été développé sous LabVIEW et LabVIEW RT. Les bibliothèques de sous-programmes qui accèdent aux fonctionnalités des cartes PXI permettent de développer des applications fiables en des temps de développement largement réduits.



5 Modularité

L'architecture de l'ensemble hardware et software a été conçue pour être modulaire. Trois types de fonctionnement ont été prévus :

qualimatest sa (Head Office)

Chemin des Aulx 18
1228 Geneva – Switzerland
Tel. +41-22 884 00 30 • Fax +41-22 884 00 40

(Branch Office)

Brunnmattstrasse 9
3174 Thörishaus – Switzerland
Tel. +41-31 888 88 00 • Fax +41-31 888 88 01

5.1 *Modules de mesure autonomes.*

Afin de réduire ses frais d'exploitation, le client désire avoir la possibilité de n'utiliser qu'un module de mesure, MPL ou MPT. Dans ces conditions, les modules partent automatiquement en acquisition et sont gérés par les PL; seuls quelques réglages sont à disposition. La configuration intégrale nécessite l'utilisation d'un ordinateur portable connecté par TCP/IP et muni du superviseur. Ceci permet de s'assurer que les réglages d'origine ne seront pas modifiés par erreur par les utilisateurs.

5.2 *Fonctionnement autonome d'un seul châssis.*

C'est la configuration telle que décrite plus haut, fonctionnant avec les modules RT MPL et MPT et le superviseur.

5.3 *Fonctionnement en mode multi-châssis.*

Dans le cas où plusieurs trains sont mis bout à bout afin d'accélérer le processus de correction de la géométrie des rails, les châssis sont connectés par TCP/IP d'un train à l'autre. Un châssis assume le rôle de *master* tandis que les autres celui de *slave*. Le chef de train a alors la possibilité de rapatrier les données venant des autres châssis de mesure et peut comparer l'évolution de la forme des profils en fonction du nombre de fois où ces derniers ont été meulés.

6 Conclusion

Le développement d'un système de mesure sophistiqué a été rapide grâce à l'utilisation des produits National Instruments. La fiabilité et la finition industrielle ont été obtenues grâce à l'utilisation combinée de châssis PXI RT et Windows. La modularité de l'ensemble a été assurée grâce à la gestion par ces modules de tous les protocoles de communication classique.