

Pilotage du positionnement d'une maquette avionique lors d'essais en soufflerie à l'ONERA

« NI LabVIEW et le CompactRIO ont été choisis pour leurs capacités à effectuer de nombreux calculs complexes en temps réel ainsi que pour assurer la pérennité et la disponibilité maximale du système d'essai. »

Mathieu OLIVERI, [MESULOG](#)

décembre 2012

L'objectif :

Moderniser et pérenniser le système de contrôle-commande d'essai « OTARIE » permettant le positionnement d'une maquette d'avion dans une soufflerie pressurisée destinée à la recherche avancée.

La solution :

Développer une application de pilotage basée sur la plate-forme NI CompactRIO en utilisant des modules d'acquisition standard « sur étagère » tout en exploitant le déterminisme de LabVIEW Real-Time et la puissance de LabVIEW FPGA pour assurer une haute précision et une stabilité des asservissements.

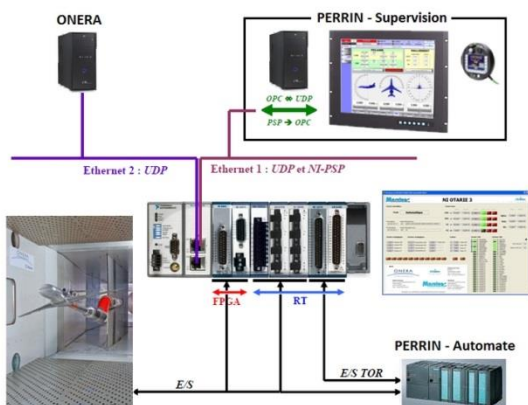
L'ONERA (Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales), acteur majeur dans le domaine de l'aérospatiale, propose au sein de sa Wind Tunnel Division des services d'essais en soufflerie avec des vitesses allant du subsonique à l'hyperonique (au-delà de Mach 5). Dans sa volonté de mettre à disposition de nouvelles plates-formes de tests pour des projets hautement innovants, aussi bien civils que militaires, le site de Modane a souhaité moderniser l'un de ses systèmes de contrôle/commande d'essai.

Le système utilisé jusqu'alors était en fin de vie et ne pouvait plus être dépanné car issu d'une conception spécifique basée sur l'utilisation de matériels non standard. L'ONERA a confié à PERRIN ELECTRIC, entreprise spécialisée dans l'automatisme et la supervision, la rénovation de son installation.



Figure 1. Maquette avionique montée sur le système porte-dard dans la soufflerie S2MA

Une architecture contraignante



La phase initiale de définition de l'architecture globale du système, conduite conjointement par PERRIN ELECTRIC et l'ONERA, a permis d'identifier de nombreuses contraintes. En effet, le système devait d'abord s'interfacer de façon simple aux différentes composantes du système global en utilisant les protocoles de communication UDP/IP et OPC. Il fallait que la solution matérielle soit peu coûteuse, avec un nombre minimal de PC, et qu'elle intègre de nouveaux codeurs absolus à haute résolution développés spécifiquement pour ce projet.

Enfin, l'asservissement de chacun des quatre axes rotatifs du porte-dard devait être assuré avec précision et de façon déterministe tout en incluant de nombreuses fonctions de calcul matriciel. Le pilotage de ces axes motorisés devait d'ailleurs pouvoir être manuel ou automatique, avec des mouvements indépendants ou combinés.

Un automate n'aurait pas fait l'affaire

La solution envisagée initialement était l'utilisation d'un automate. Cette solution a été rapidement abandonnée car elle ne permettait pas de répondre à deux contraintes majeures du système à savoir la communication SSI à haut débit avec les codeurs absolus et la prise en compte de la cinématique du porte-dard au travers de calculs matriciels.

C'est pourquoi la société PERRIN ELECTRIC s'est tournée vers les produits National Instruments et son réseau de partenaires.

Faire appel à un Partenaire Alliance pour assurer le succès du projet

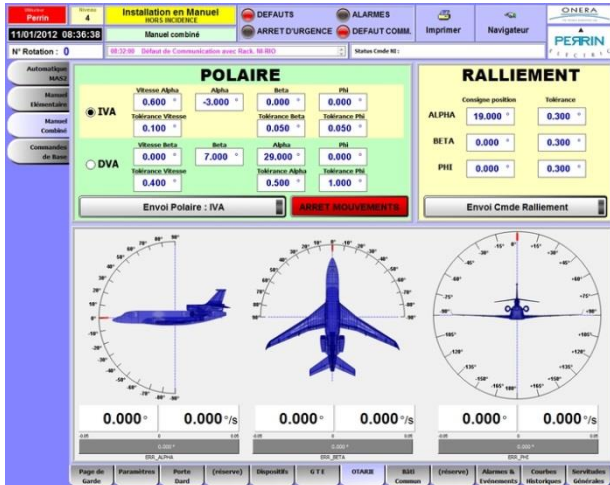


Figure 3. Supervision sous InTouch

Lors de la phase de pré-étude, PERRIN ELECTRIC, novice dans l'utilisation des produits National Instruments, s'est rapproché de MESULOG, membre du réseau Alliance de National Instruments, afin de profiter de son expérience et de sa maîtrise des produits NI.

La première mission confiée à MESULOG sur ce projet a été de proposer et valider une architecture matérielle et logicielle, cohérente et optimisée, pouvant répondre aux contraintes intrinsèques du système et pouvant s'intégrer dans l'architecture globale du système d'essais. En effet, la nouvelle plate-forme d'essai envisagée comprenait une supervision sous InTouch Wonderware et un automate SIEMENS mis en œuvre par PERRIN ELECTRIC ainsi qu'un PC générant des scénarios de mouvements sous la responsabilité de l'ONERA.

MESULOG a proposé l'utilisation d'un CompactRIO sous LabVIEW Real-Time afin de :

- répondre aux commandes UDP de la Supervision PERRIN via le premier port Ethernet
- publier les données de monitoring sur un serveur OPC
- répondre aux commandes UDP du système ONERA sur un réseau dédié via le second port Ethernet
- s'interfacer avec les entrées/sorties de l'automate pour la gestion de la sécurité
- permettre le pilotage manuel des axes via un pupitre de contrôle ou un écran mobile directement dans la veine, au plus près de la maquette.

Une fois ces concepts vérifiés et l'intégration du CompactRIO au cœur de l'architecture système validée, MESULOG s'est vue confier la réalisation des développements sous LabVIEW pour garantir la tenue du délai relativement court (quatre mois) et réaliser la mise en service programmée du système global pendant l'été.

Des solutions « simples » face à des problématiques complexes

Le CompactRIO bénéficie de nombreux outils complémentaires facilitant le développement et la mise en œuvre. Il s'agit du gestionnaire de systèmes distribués NI (accès direct et simple aux variables partagées), l'Execution Trace Toolkit (analyse du déterminisme de l'application embarquée) ou encore l'utilisation du CompactRIO en "mode hybride" plaçant certains modules d'acquisition sous le contrôle du FPGA et d'autres directement accessibles au travers du noyau temps réel.

Le système CompactRIO avec sa gamme de châssis et de contrôleurs où coexistent un noyau temps réel et un FPGA, ses nombreux modules d'entrées/sorties disponibles, constitue un excellent rapport qualité/prix. Le châssis retenu est le modèle NI 9074 avec son contrôleur intégré ayant en natif deux ports Ethernet.

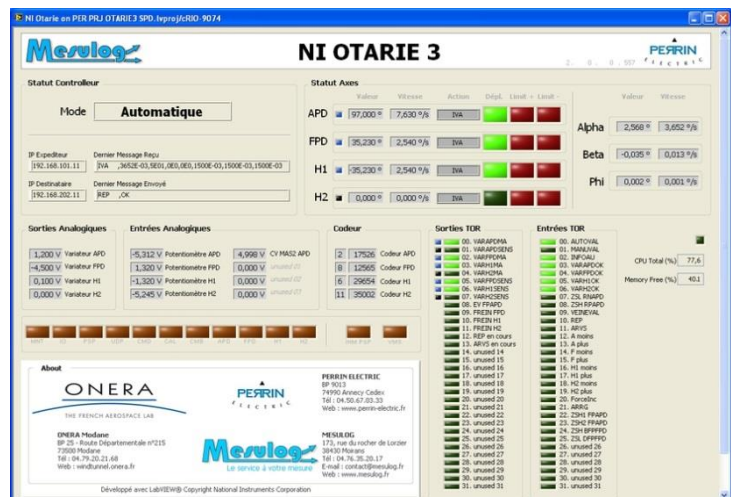


Figure 4. Application LabVIEW embarquée dans le CompactRIO

L'existence d'autres contrôleurs CompactRIO autonomes plus puissants a conforté ce choix avec une évolution possible de la solution matérielle au cas où les besoins en calcul temps réel s'avéraient plus importants que prévus. Cette évolution n'a pas été nécessaire.

LabVIEW au service des ingénieurs et du développement

D'un point de vue logiciel, LabVIEW Real-Time, avec sa capacité à faire du calcul flottant, s'est imposé tout naturellement. Il a permis de garantir le déterminisme requis pour les asservissements via l'utilisation d'une douzaine de boucles cadencées déphasées les unes par rapport aux autres, minimisant ainsi la ressource CPU nécessaire.

La présence d'un FPGA dans le fond de panier du châssis NI 9074 et sa programmation très simple au travers de LabVIEW FPGA ont facilité la prise en charge des échanges digitaux SSI avec les codeurs absolus.

L'utilisation de la technologie NI-PSP avec près de 1000 variables partagées, dont la quasi-totalité est directement connectée sur un serveur OPC à des fins de monitoring, a simplifié la communication bidirectionnelle avec l'application de supervision, dans une application passerelle sous Windows.

Enfin, LabVIEW, avec sa prise en main facile et sa faculté de prototypage rapide, a facilité les échanges entre les différents intervenants de sensibilités différentes (développeur chez MESULOG, automaticien chez PERRIN ELECTRIC et mathématicien de l'ONERA) dès la phase de conception.

L'utilisation de boîte de calcul pour certaines formules mathématiques complexes était parlante pour le chercheur et la structure de machine à états a fait écho au grafcet de l'automaticien.

Un client final heureux...

Le challenge que constituait la modernisation du pilotage du porte-dard a été brillamment relevé. L'introduction, à moindre coût, d'améliorations significatives sur la précision, la stabilité et les performances des asservissements en position ont fait de ce développement une réussite technique. Le client final, l'ONERA, dispose désormais d'une solution pérenne et évolutive, tournée vers l'avenir. De nouvelles évolutions sont prévues pour l'année 2013.

Informations sur l'auteur :

Mathieu OLIVERI

MESULOG

173, rue du rocher de Lorzier

38430 Moirans France

Tél : + 33 (0)4 76 35 20 17

Email : mo@mesulog.fr

Contacts :

Christian CHARGY – [ONERA](#)

Jean-Marie PRIOL et Gilles BETRIX – [PERRIN ELECTRIC](#)