

FIABILITÉ DES CAPTEURS-TRANSMETTEURS INTÉGRANT DES FONCTIONNALITÉS NUMÉRIQUES

RELIABILITY OF TRANSMITTERS BASED ON DIGITAL FUNCTIONALITIES

Florent Brissaud & Dominique Charpentier
Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
Parc Technologique ALATA, BP 2
60260 Verneuil-en-Halatte, France
Tel. : +33 3 44 55 69 89 (F. Brissaud)
Courriel : florent.brissaud@ineris.fr

Anne Barros & Christophe Bérenguer
Université de Technologie de Troyes
Institut Charles Delaunay
STMR UMR CNRS 6279
12 rue Marie Curie, BP 2060
10010 Troyes cedex, France

Résumé

La modélisation et l'évaluation de la fiabilité des capteurs-transmetteurs intégrant des fonctionnalités numériques, communément qualifiés « d'intelligents », a été considérée à deux niveaux. Au niveau « capteur-transmetteur », une modélisation a été développée afin de prendre en compte les interactions internes (matérielles et fonctionnelles) de ces systèmes, et des analyses de fiabilité ont été proposées. Au niveau « système de contrôle », la modélisation et les évaluations ont pris en compte les interactions entre plusieurs « capteurs-transmetteurs intelligents », ainsi qu'avec le processus contrôlé, traitant alors avec des problèmes de fiabilité dynamique.

Summary

Two levels of analyses have been considered in order to model and evaluate the reliability of transmitters that integrate digital functionalities, and commonly described as "intelligent". At the transmitter level, a modelling framework has been developed to take system internal (material and functional) interactions into account, and corresponding reliability analyses have been proposed. At the control system level, the modelling and evaluations have included the interactions between several "intelligent transmitters" as well as the interactions with process variables, using a dynamic reliability framework.

1. Contexte Industriel

Le développement de nouvelles technologies nécessite en parallèle une évolution des outils méthodologiques d'évaluation des risques et de sûreté de fonctionnement. L'exemple développé dans ce papier concerne les « capteurs-transmetteurs intelligents ». Ces derniers tirent avantage des technologies numériques pour effectuer des fonctionnalités innovantes : correction des erreurs de mesure, auto-ajustage, autodiagnostic, reconfiguration en ligne, et communication numérique et bidirectionnelle [1]. Au niveau des capteurs, il existe donc une complexité liée aux nombreuses interactions à la fois matérielles et fonctionnelles. De plus, les comportements de ces systèmes en présence de défauts ou défaillances sont souvent mal connus et difficiles à appréhender, notamment en raison de la présence d'unités programmées et de logiciels. Au niveau des systèmes de contrôle, lorsque plusieurs « capteurs-transmetteurs intelligents » sont exploités, ceux-ci peuvent tirer avantage de leurs fonctionnalités particulières pour réaliser des opérations en « collaboration ». Leurs comportements fonctionnels et dysfonctionnels sont alors interdépendants et, de plus, ils sont fonction de leurs environnements, qui incluent notamment le processus contrôlé.

2. Fiabilité des « Capteurs-Transmetteurs intelligents » en tant que Systèmes

Un modèle à trois niveaux (« 3-step ») a précédemment été développé [1] afin de représenter les aspects fonctionnels et matériels du système, et d'inclure les défauts et défaillances pour permettre des analyses de fiabilité. L'aspect comportemental est quant à lui décrit par des matrices de relations qui représentent les différentes (inter et intra) relations entre les éléments. Une extension de ce modèle est ici proposée, par l'utilisation de différentes portes logiques. Des « portes C » sont alors introduites afin de paramétrer de façon continue les relations entre les défaillances des éléments matériels et les dysfonctionnements des fonctions (par comparaison avec les relations binaires des portes ET et OU). Des analyses de fiabilité, ainsi que des analyses d'incertitudes à la fois paramétriques et de modèle, ont alors montrées qu'une évaluation de « capteurs-transmetteurs intelligents » pouvait conduire à des résultats relativement précis, malgré des comportements mal connus du système en présence de défauts ou défaillances.

3. Fiabilité des « Capteurs-Transmetteurs Intelligents » en tant qu'Élément d'un Système

Un système de sécurité pour réacteur nucléaire a été considéré, incluant notamment une pompe, deux capteurs-transmetteurs de température, et un de flux. Les taux de transition entre les états fonctionnels et dysfonctionnels de ces composants dépendent de plusieurs variables, dont certaines sont liées au processus contrôlé (températures, flux). Réciproquement, l'état de certains composants (comme la pompe) détermine les évolutions du processus. De plus, les capteurs-transmetteurs de température sont sujets à des dérives stochastiques et continues. Grâce à une communication entre les capteurs-transmetteurs, ceux-ci sont capables d'évaluer la cohérence de leurs résultats de mesure par rapport aux évolutions théoriques du processus, et ainsi de détecter de potentielles dérives pour ensuite les compenser par des procédures de correction. Un formalisme en réseau de Petri a été proposé, permettant de modéliser et d'analyser la fiabilité de ce système grâce aux théories de la fiabilité dynamique.

4. Conclusion

Ces travaux ont permis de mener à bien des évaluations de « capteurs-transmetteurs intelligents », prenant en compte les complexités internes (interactions entre les éléments matériels, ainsi que les fonctions), et externes (interactions entre les éléments d'un système de contrôle, ainsi que le processus contrôlé), en développant des outils techniquement exploitables en milieu industriel.

Remerciements

La Section 3 de ces travaux a été réalisée à l'Université d'État de l'Ohio (OSU), dans le cadre d'une collaboration scientifique entre l'INERIS, l'UTT, et OSU. Nous souhaitons remercier Pr. Carol Smidts pour avoir ainsi participé à ce projet.

Références

- [1] F. Brissaud, D. Charpentier, A. Barros, C. Bérenguer, (à paraître en 2010), « Capteurs intelligents : Nouvelles technologies et nouvelles problématiques pour la sûreté de fonctionnement », chapitre d'ouvrage dans « Anticipation, innovation, perception : des défis pour la maîtrise des risques à l'horizon 2020 » (édition à préciser).