

Master or Engineer internship 2024-2025

Proposed by : Virginie Dégardin (IEMN) et Vincent Cocquempot (CRISTAL)

Phone number : + 33 3 20 33 72 06

E-mail : Virginie.degardin@univ-lille.fr

Research group : TELICE

English version below

Titre : Détection de défaut dans les réseaux filaires embarqués pour les véhicules électriques autonomes

Contexte : Le développement des véhicules autonomes représente une avancée significative dans les systèmes de transport modernes. Ces véhicules sont équipés de nouvelles technologies et d'ordinateurs de bord avancés qui échangent des données par l'intermédiaire de réseaux de communication complexes, ce qui entraîne un grand nombre de connexions et de câbles. Le déploiement de nouvelles technologies nécessite la capacité de garantir une sécurité opérationnelle optimale (fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité) pour le système de contrôle en réseau (NCS). De nombreux travaux ont été réalisés pour détecter les défauts des capteurs et des actionneurs dans ces systèmes de contrôle en réseau [1, 2, 3]. Cependant, peu de travaux ont été réalisés pour détecter et isoler les défauts dans les câbles/réseaux et les connexions. On distingue deux types de défauts : les défauts francs (court-circuit ou circuit ouvert) et les défauts non francs (dégradations des câbles qui n'interrompent pas la transmission des données). On trouve dans la littérature deux approches principales pour détecter ces défauts et isoler la branche défectueuse, à savoir les approches par réflectométrie [4] et par transférométrie [5, 6].

Dans des études antérieures, il a été théoriquement prouvé que le coefficient de réflexion (rapport entre le signal réfléchi et le signal injecté) et le coefficient de transmission (rapport entre le signal transmis et le signal injecté) sont sensibles aux défauts non francs. Ces coefficients peuvent être obtenus à l'aide d'un analyseur de réseau vectoriel (VNA) ou peuvent être calculés à partir des signaux transmis et réfléchis lorsque le NCS fonctionne. Une technique de communication utilise la communication par courant porteur (CPL), qui consiste à transmettre les données par des signaux électriques en utilisant le procédé OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) [7]. In previous studies, it was theoretically proven that the reflection coefficient (ratio between the reflected and injected signals) and the transmission coefficient (ratio between the transmitted and injected signals) are sensitive to soft fault. These coefficients can be obtained using a Vector Network Analyzer (VNA) or can be computed from the transmitted and reflected signals when the NCS is operating. One communication technique uses Power Line Communication (PLC), which consists in transmitting the data through electrical signals using Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) [7].

Les objectifs de ce stage sont les suivants :

- Réaliser une étude bibliographique sur les techniques de réflectométrie et de transférométrie pour détecter les défauts de câbles et de connexions.
- Simuler une liaison de communication entre un émetteur et un récepteur basée sur l'OFDM (de type PLC). Cette simulation sera réalisée à l'aide de MATLAB.
- Calculer les coefficients de réflexion et de transmission de la liaison simulée dans des conditions d'absence de défaut et de défaut dans le réseau.
- Analyser la sensibilité des deux coefficients aux défauts non francs et leur robustesse au bruit.
- Calculer et analyser les coefficients de réflexion et de transmission à partir des signaux injectés, réfléchis et transmis sur un banc d'essai du laboratoire existant constitué d'un réseau de communication câblé et les équipements de mesure nécessaires. Des défauts non francs peuvent être physiquement introduits sur le banc de test.

Ce stage sera réalisé dans le cadre du CPER 2021-2027 RITMEA (Recherche et Innovation en Transports et Mobilités Eco-responsables et Autonomes) et de la Fédération de Recherche du CNRS FR TTM (Transport Terrestre Mobilités CNRS 3733).

Le stagiaire sera accueilli à l'Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologies IEMN (équipe TELICE). Cette étude sera menée en collaboration avec le laboratoire CRISTAL (équipe TOSYMA/TOPSY). L'étudiant de master sera co-encadré par des professeurs des 2 laboratoires et un doctorant co-encadré en 2ème année de thèse.

Ce stage s'adresse aux étudiants de Master 2 ou de fin d'étude d'école d'ingénieurs en électronique, traitement du signal, systèmes de communication numérique, Réseaux et Télécommunications

Le candidat doit envoyer un CV détaillé et une lettre de motivation à virginie.degardin@univ-lille.fr et vincent.cocquempot@univ-lille.fr.

Références :

- [1] Isermann, R., 2006. Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance. Springer Science & Business Media. <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-30368-5>
- [2] Frank, P.M., 1990. Fault diagnosis in dynamic systems using analytical and knowledge-based redundancy: A survey and some new results. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/000510989090018D>
- [3] Blanke, M., Kinnaert, M., Lunze, J., Staroswiecki, M., Blanke, M., Kinnaert, M., Lunze, J. and Staroswiecki, M., 2016. Introduction to diagnosis and fault-tolerant control. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-35653-0>
- [4] Benson, C.H. and Bosscher, P.J., 1999. Time-domain reflectometry (TDR) in geotechnics: a review.
- [5] Auzanneau, F., 2016. Transferometry: A new tool for complex wired networks diagnosis.
- [6] Karim, A.K.A., 2022. Wired embedded communication networks monitoring: a transferometry-based approach
- [7] Shen, Y. and Martinez, E., 2006. Channel estimation in OFDM systems.

Title : Fault Detection in wired networks for autonomous electric vehicles

Abstract :

The development of autonomous vehicles represents a significant advancement in modern transportation systems. These vehicles are equipped with new technologies and advanced onboard computers that exchange data through complex communication networks, which leads to a large number of wired connections and conductors. The deployment of new technologies requires the ability to guarantee optimal operational safety (reliability, maintainability, availability, security) for the networked control system (NCS). A lot of work has been done to detect sensor and actuator faults in such NCS [1, 2, 3]. However, little work has been done to detect and isolate faults in cables/networks and connections. Two kinds of faults are distinguished: hard faults (short or open circuits) and soft faults (cable degradations which do not interrupt the data transmission). Two main approaches are found in the literature to detect such soft faults and isolate the faulty branch, namely reflectometry approaches [4] and transferometry approaches [5, 6].

In previous studies, it was theoretically proven that the reflection coefficient (ratio between the reflected and injected signals) and the transmission coefficient (ratio between the transmitted and injected signals) are sensitive to soft fault. These coefficients can be obtained using a Vector Network Analyzer (VNA) or can be computed from the transmitted and reflected signals when the NCS is operating. One communication technique uses Power Line Communication (PLC), which consists in transmitting the data through electrical signals using Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) [7].

The objectives of this internship are:

- to conduct a bibliographic study on reflectometry and transferometry techniques to detect cable and connection faults.
- to simulate an OFDM-based (PLC-type) communication link between a transmitter and a receiver. This simulation will be done using MATLAB.
- to compute the reflection and transmission coefficients from the simulated link under no fault and faulty conditions in the network.
- to analyze the soft fault sensitivity of the two coefficients and their robustness to noise.
- to compute and analyze the reflection and transmission coefficients from the signals which are injected, reflected and transmitted in an existing laboratory test bench consisting of a wired communication network with all measurement facilities, where soft faults can be physically introduced.

This internship will be conducted within the framework of the CPER 2021-2027 RITMEA (Research and Innovation in Eco-responsible and Autonomous Transport and Mobility) and the CNRS Research Federation FR TTM (Transport Terrestre Mobilités CNRS 3733).

The internship will be hosted at the *Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologies IEMN* (team TELICE). This study will be conducted in collaboration with the **CRISTAL** laboratory (team TOSYMA/TOPSYS). The master student will be co-supervised by Professors from the 2 laboratories and one co-supervised PhD Student in the 2nd year of his PhD.

Application Process:

This internship is targeting Master 2 students in electronics, signal processing, digital communication systems, Telecommunications and networks

The candidate must send a detailed CV and motivation letter to virginie.degardin@univ-lille.fr and vincent.cocquempot@univ-lille.fr.

Gratification: ~600€/month. Duration: between 4 and 6 months. Start: March 2025.

Bibliographic references

- [1] Isermann, R., 2006. *Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance*. Springer Science & Business Media. <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-30368-5>
- [2] Frank, P.M., 1990. *Fault diagnosis in dynamic systems using analytical and knowledge-based redundancy: A survey and some new results*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/000510989090018D>
- [3] Blanke, M., Kinnaert, M., Lunze, J., Staroswiecki, M., Blanke, M., Kinnaert, M., Lunze, J. and Staroswiecki, M., 2016. *Introduction to diagnosis and fault-tolerant control*.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-35653-0>
- [4] Benson, C.H. and Bosscher, P.J., 1999. *Time-domain reflectometry (TDR) in geotechnics: a review*.
- [5] Auzanneau, F., 2016. *Transferometry: A new tool for complex wired networks diagnosis*.
- [6] Karim, A.K.A., 2022. *Wired embedded communication networks monitoring: a transferometry-based approach*
- [7] Shen, Y. and Martinez, E., 2006. *Channel estimation in OFDM systems*.