



## Performance Analysis and Validation of TSN technology for Aerospace Applications

Directrice de thèse : Ahlem Mifdaoui

Contact : [ahlem.mifdaoui@isae-sup aero.fr](mailto:ahlem.mifdaoui@isae-sup aero.fr)

Home page: <http://personnel.isae.fr/ahlem-mifdaoui/>

### **Contexte & Motivations**

La complexité de l'architecture de communication dans les applications aérospatiales ne cesse de croître en raison de l'augmentation du nombre des sous-systèmes interconnectés et de l'augmentation de la quantité des données échangées. Afin de répondre à ces besoins émergents, les architectures actuelles sont principalement hiérarchisées avec un réseau fédérateur haut débit et des réseaux de capteurs/actuateurs de faible débit.

Ces architectures impliquent généralement des coûts d'intégration significatifs à cause de leur hétérogénéité, ainsi qu'une complexité croissante pour prouver les performances et la fiabilité requises par les applications aérospatiales. Afin de répondre à ces besoins émergents, les technologies Ethernet Time Sensitive Networking (TSN) sont envisagées comme principale solution pour homogénéiser l'architecture de communication, et ainsi améliorer les performances et la fiabilité des applications aérospatiales.

### **Objectif :**

L'objectif principal de cette thèse est d'analyser les performances des technologies TSN dans le contexte des applications aérospatiales, en vue de valider leur utilisation tout en garantissant les contraintes sous-jacentes.

### **Plan de réalisation :**

1. **Analyse du standard TSN vs les exigences des applications aérospatiales** : en partant des exigences des applications aérospatiales, e.g., déterminisme, fiabilité et coût, et des études de cas spécifiées par la communauté dans le domaine (détaillées dans le document joint <https://www.ieee802.org/1/files/public/docs2021/dp-Jabbar-et-al-Aerospace-Use-Cases-0321-v06.pdf>), il faut commencer par une analyse quantitative des différents mécanismes TSN afin de sélectionner les plus adaptés à ce contexte
2. **Analyse de performance des solutions TSN** : pour les applications aérospatiales, les contraintes temps réel et de fiabilité doivent être garanties. Cependant, l'utilisation des technologies TSN peut augmenter les latences de communication en raison des mécanismes d'ordonnancement utilisés. Par conséquent, une preuve du déterminisme appropriée doit être envisagée. Une des méthodes très utilisées pour valider les contraintes de certification est le Network Calculus. Les modèles des différents mécanismes TSN à base de Network Calculus doivent être dérivés afin de permettre une analyse globale de l'architecture de communication.



3. **Validation sur des études de cas industriels** : après l'analyse qualitative et quantitative des différents mécanismes TSN sélectionnés pour les applications aérospatiales, une validation des performances sur des études de cas industriels est nécessaire pour consolider les choix des mécanismes envisagés.

#### **Mots Clés**

TSN, applications aérospatiales, analyse de performance, Network Calculus

#### **Informations & Appel à candidatures :**

- Possibilité de débiter par un stage de fin d'études à partir de début Mars 2022
- Démarrage de thèse à partir d'Octobre 2022 dans le cadre d'un projet industriel
- Profil : master 2 ou ingénieur en informatique/ réseaux/ systèmes embarqués

# Performance Analysis and Validation of TSN technology for Aerospace Applications

Directrice de thèse : Ahlem Mifdaoui

Contact : ahlem.mifdaoui@isae-supaero.fr

Home page: <http://personnel.isae.fr/ahlem-mifdaoui/>

## Context and Motivations

The complexity of the communication architecture in aerospace applications continues to grow due to the increase in the number of interconnected subsystems and in the amount of exchanged data. In order to meet these emerging needs, current architectures are mainly hierarchical with a high speed backbone network and low speed sensor / actuator networks.

These architectures typically lead to significant integration costs due to their heterogeneity, as well as increasing complexity in proving the performance and reliability requirements of aerospace applications. Ethernet Time Sensitive Networking (TSN) technologies are then envisioned as the main solution to homogenize the communication architecture; thus improving the performance and reliability of aerospace applications.

## Objective and main steps

The main objective of this thesis is to analyze the performance of TSN technologies in the context of aerospace applications to validate their use under the main aerospace constraints. Here are the main identified steps to achieve this aim:

1. **Analysis of the TSN standard vs the requirements of aerospace applications:** starting from the requirements of aerospace applications, eg, determinism, reliability and cost, and case studies specified by the community in the field (detailed in the attached document <https://www.ieee802.org/1/files/public/docs2021/dp-Jabbar-et-al-Aerospace-Use-Cases-0321-v06.pdf>), start with qualitative analysis of the different TSN mechanisms in order to select the most suited ones to this context.
2. **Performance analysis of TSN solutions:** for aerospace applications, real-time and reliability constraints must be guaranteed. However, the use of TSN technologies can increase communication latencies due to the used scheduling mechanisms. Therefore, an appropriate proof of determinism should be considered. One of the methods widely used to validate certification constraints is the Network Calculus. The models of the various Network Calculus-based TSN mechanisms must be derived in order to allow a global analysis of the communication architecture.
3. **Validation on industrial case studies:** after the qualitative and quantitative analysis of the various TSN mechanisms selected for aerospace applications, performance validation on industrial case studies is necessary to consolidate the choices of the mechanisms considered.

**Key words**

TSN, aerospace, performance analysis, reliability, Network Calculus

**Informations & Profile :**

- Possibility to start with an internship from March 2022
- PHD thesis from October 2022 within an industrial
- Profile : Master 2 ou ingénieur in computer science/ networks/ embedded systems