



## ORDONNANCEMENT TEMPS RÉEL POUR LES SYSTÈMES SCADA 5G NR

### REAL-TIME SCHEDULING FOR 5G NR SCADA SYSTEMS

*Etablissement* **Télécom Paris**

*École doctorale* **Ecole Doctorale de l'Institut Polytechnique de Paris**

*Spécialité* **Informatique, données, IA**

*Unité de recherche* **Laboratoire de Traitement et Communication de l'Information**

*Encadrement de la thèse* **Laurent PAUTET ([detailResp.pl?resp=36551](#))**

*Co-Encadrant* **Philippe MARTINS ([detailResp.pl?resp=36525](#))**

**Financement** *origine* **PEPR 5G Employeur Télécom Paris**

*Début de la thèse le* **1 octobre 2023**

*Date limite de candidature (à 23h59)* **18 septembre 2023**

#### Mots clés - Keywords

---

Systèmes temps réel, Architectures et systèmes, Réseau 5G

Real-Time Systems, Architectures and systems, 5G NR standard

#### Description de la problématique de recherche - Project description

---

##### Contexte

La norme 5G NR a révolutionné les capacités de communication, ouvrant de nouvelles possibilités pour les modèles de distribution l'informatique et du stockage. En particulier, cette avancée permet la réalisation de scénarios où les échanges critiques et en temps sont essentiels, répondant à divers contextes industriels et de consommation. Le respect des contraintes de temps réel est crucial de tels scénarios, exigeant des garanties strictes de performance et de délai, en particulier au sein de la station de base. Dans ce tr nous nous concentrons sur les systèmes de contrôle de surveillance et d'acquisition de données (SCADA).

##### Objectifs et défis

Pour répondre à ces applications contraintes, la norme 5G NR intègre la prise en charge des propriétés temps réel. Alors que de nombreuses recherches se sont concentrées sur les traitements à large bande passante, seul un nombre limité d'études a abordé les défis posés par les contraintes temps réel dans les systèmes 5G. Dans cet article, nous contribuons aux travaux existants en nous concentrant sur l'ordonnancement en temps réel et en proposant une solution qui assure efficacement ces contraintes dans la plateforme d'exécution de la station de base.

##### Approche

La première étape consiste à étudier la structure d'une station de base mettant en œuvre une pile de protocoles 5G et à mettre l'accent sur les parties de celle-ci qui devraient se concentrer sur le respect de propriété temps réel.

À partir de cette analyse, l'étape suivante consisterait à modéliser le problème de l'allocation des ressources de la station de base et les paquets 5G afin de garantir leurs contraintes temporelles respectives. Le but consiste à formaliser le problème comme un problème de système temps réel.

Enfin, l'étape suivante consisterait à déterminer comment ce problème en temps réel peut être abordé à l'aide d'approches bien connues de planification en temps réel. La faisabilité et l'adéquation des solutions proposées seront évaluées en les comparant aux algorithmes d'ordonnancement existants que l'on trouve dans les noyaux des systèmes d'exploitation temps réel.

##### Context

The 5G NR standard has revolutionized communication capabilities, opening up new possibilities for computing and storage distribution models. In particular, this advancement allows for the realization of scenarios where real-time and critical exchanges are essential, catering to various industrial and consumer contexts. Respecting real-time constraints is crucial for such scenarios, demanding strict performance and deadline guarantees, especially within the base station. In this work, we focus on Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) systems.

#### Objectives and challenges

To accommodate these constrained applications, the 5G NR standard incorporates support for real-time services. While extensive research has focused on high-bandwidth services only a limited number of studies have addressed the challenges posed by real-time constraints in 5G systems. In this paper, we contribute to the existing body of knowledge by delving into real-time scheduling and proposing a solution that effectively enforces these constraints in the execution platform of the base station.

#### Approach

The first step would study the structure of a base station implementing a 5G protocol stack and emphasize on parts of it that should focus on providing real-time properties.

From this analysis, the next step would be to model the problem of allocating base station resources between 5G packets in order to guarantee their respective timing constraints as a real-time problem.

At last, the next step would be to determine how this real-time problem can be tackled using well-known real-time scheduling approaches. The proposed solutions' feasibility and practicality will be evaluated by comparing them with existing scheduling algorithms found in real-time operating system kernels.

## Thématique / Domaine / Contexte

---

The 5G NR standard has revolutionized communication capabilities, opening up new possibilities for computing and storage distribution models. In particular, this advancement allows for the realization of scenarios where real-time and critical exchanges are essential, catering to various industrial and consumer contexts. Respecting real-time constraints is crucial for such scenarios, demanding strict performance and deadline guarantees, especially within the base station. In this work, we focus on Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) systems.

concurrent programming, real-time services, 5G NR standards

The 5G NR standard has revolutionized communication capabilities, opening up new possibilities for computing and storage distribution models. In particular, this advancement allows for the realization of scenarios where real-time and critical exchanges are essential, catering to various industrial and consumer contexts. Respecting real-time constraints is crucial for such scenarios, demanding strict performance and deadline guarantees, especially within the base station. In this work, we focus on Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) systems.

## Objectifs

---

To accommodate these constrained applications, the 5G NR standard incorporates support for real-time services. While extensive research has focused on high-bandwidth services only a limited number of studies have addressed the challenges posed by real-time constraints in 5G systems. In this paper, we contribute to the existing body of knowledge by delving into real-time scheduling and proposing a solution that effectively enforces these constraints in the execution platform of the base station.

## Méthode

---

The first step would study the structure of a base station implementing a 5G protocol stack and emphasize on parts of it that should focus on providing real-time properties.

From this analysis, the next step would be to model the problem of allocating base station resources between 5G packets in order to guarantee their respective timing constraints as a real-time problem.

At last, the next step would be to determine how this real-time problem can be tackled using well-known real-time scheduling approaches. The proposed solutions' feasibility and practicality will be evaluated by comparing them with existing scheduling algorithms found in real-time operating system kernels.

## Résultats attendus - Expected results

- 
- model the problem of allocating base station resources between 5G packets in order to guarantee their respective timing constraints in a real-time problem.
  - determine how this real-time problem can be tackled using well-known real-time scheduling approaches.
  - design a prototype real-time kernel for a base station

## Références bibliographiques

---

- 5G RAN : implémentation de la couche physique et découpage du réseau (Thèse de doctorat).
- A. d. Javel, J. S. Gomez, P. Martins, J. L. Rougier and P. Nivaggioli, 'Towards a new open-source 5G development framework: an introduction to free5GRAN,' 2021 IEEE 93rd Vehicular Technology Conference (VTC2021-Spring), Helsinki, Finland, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/VTC2021-Spring51267.2021.944896
- Jamil, B., Shojafar, M., Ahmed, I., Ullah, A., Munir, K., & Ijaz, H. (2020). A job scheduling algorithm for delay and performance optimization in fog computing. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 32(7), e5581.
- Pahlevan, M., Tabassam, N., & Obermaisser, R. (2019). Heuristic list scheduler for time triggered traffic in time sensitive networks. *Sigbed Review*, 16(1), 15-20.
- Mohammed, N. A., Mansoor, A. M., & Ahmad, R. B. (2019). Mission-critical machine-type communication: An overview and perspectives towards 5G. *IEEE Access*, 7, 127198-127216.
- Masli, A. A., Ahmed, F. Y., & Mansoor, A. M. (2022). QoS-Aware Scheduling Algorithm Enabling Video Services in LTE Networks. *Computers*, 11(5), 77.

## Précisions sur l'encadrement - Details on the thesis supervision

---

co-encadrant complémentaire: samuel tardieu  
Philippe Martins peut être directeur de thèse également.

## Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche

---

celles imposées par le PEPR 5G.

## Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

---

Le résultat attendu est une implantation d'un noyau pour une station de base. Les sources ont vocation à être sous une licence open source

## Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

---

Un master dans un domaine lié aux systèmes en temps réel, aux systèmes concurrents ou aux systèmes réseau est requis.  
Une expérience préalable dans le développement de systèmes d'exploitation serait un plus  
A master in any fields related to real-time systems, concurrent systems or network systems is required.  
Previous experience with the development of operating systems would be a plus.