

Gestion prédictive du confort thermique au sein de bâtiments publics équipés de micro-réseaux thermiques/électriques

1. Contexte du projet et objectifs

Le projet IMPROVEMENT (*Integration of combined cooling, heating and power microgrids in zero-energy public buildings under high power quality and continuity of service requirements*), qui en débuté en novembre 2019 et qui se terminera en septembre 2022, est lauréat du troisième appel à projets Interreg Sudoe (<https://tinyurl.com/ya5vrtp>). Le projet est coordonné par le CNH2 (*Centro Nacional del Hidrógeno*), situé à Puertollano, en Espagne, et implique, entre autres laboratoires de recherche et partenaires institutionnels, PROMES-CNRS.

L'objectif du projet est le développement d'outils pour la conversion de bâtiments publics faisant face à des charges critiques en bâtiments à très basse consommation énergétique par l'intégration de micro-réseaux pour la génération combinée de chaud, de froid et d'électricité. Ces micro-réseaux sont équipés de systèmes de stockage hybrides et devront contribuer à la continuité des services. Plus précisément, IMPROVEMENT ambitionne :

- d'améliorer l'efficacité thermique des bâtiments publics par la production de chaud et de froid par voie solaire et l'intégration de solutions techniques actives et passives ;
- d'améliorer la qualité et la fiabilité de l'alimentation électrique par le développement d'un système de gestion des micro-réseaux résilient aux pannes ;
- de maximiser la consommation d'énergie renouvelable par l'intégration d'un système avancé de gestion de l'énergie, exploitant les systèmes de stockage hybrides équipant les micro-réseaux.

2. Travaux confiés au post-doctorant

Les travaux confiés au post-doctorant recruté par PROMES-CNRS portent sur le développement d'un BEMS (*Building Management Energy System*) pour la gestion prédictive de l'énergie thermique et du confort thermique. Le système à développer sera fondé sur une structure de commande prédictive hiérarchisée à deux niveaux. La structure de commande prédictive de bas niveau définira les consignes des systèmes de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) et pilotera le confort thermique des usagers et des occupants. Les prédictions de la consommation énergétique seront transmises à la structure de commande prédictive de haut niveau pour la gestion du système de stockage thermique (chaud/froid), conformément aux besoins en chauffage et en climatisation, et pour le stockage des surcharges du micro-réseau, par la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique. En retour, la structure de commande prédictive de haut niveau fournira au micro-réseau sa prévision de consommation électrique. Sur ce point, une collaboration entre PROMES-CNRS et le CNH2, qui a la charge du pilotage du micro-réseau, sera nécessaire afin d'optimiser les transferts de données.

La mise en œuvre de la stratégie décrite ci-avant requiert des prévisions des variables exogènes (présence des usagers et des occupants, ensoleillement, température extérieure, etc.) influençant le système. Des modèles de connaissance ou fondés sur le concept de série temporelle (les outils de l'apprentissage automatique pourront être utilisés) seront développés. Sur ce sujet, une collaboration avec l'École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique (ENSMA) verra le jour.

3. Cas d'étude

Deux micro-réseaux thermiques/électriques joueront le rôle de cas d'étude. Le premier équipe le bâtiment qui héberge le CNH2 à Puertollano en Espagne. Le micro-réseau se compose d'une pompe à chaleur géothermique et d'une pompe à chaleur classique ainsi que de systèmes de stockage hydrothermiques qui, par ailleurs, échangent de l'énergie thermique avec les systèmes de production et de consommation d'hydrogène du micro-réseau, le tout alimentant les systèmes de CVC et d'eau chaude sanitaire du bâtiment. Le second cas d'étude est situé au Portugal dans la ville de Lisbonne. Il s'agit du bâtiment qui héberge le LNEG (*Laboratório Nacional de Energia e Geologia*). Le bâtiment est équipé de collecteurs solaires thermiques, de collecteurs thermo-photovoltaïques (PVT), de pompes à chaleur et d'un système de stockage hydrothermique, le tout alimentant les systèmes de CVC et d'eau chaude sanitaire.

4. Profil recherché

Le candidat doit être titulaire du grade académique de docteur. De solides compétences en automatique, en particulier en commande prédictive (ou commande MPC, pour *model-based predictive control*), en prévision des séries temporelles par les outils de l'apprentissage automatique/profond et en optimisation (Matlab/Toolbox) sont recherchées. Des compétences en gestion énergétique des bâtiments, en particulier en gestion du confort thermique, seraient un plus.

5. Laboratoire d'accueil et encadrement

PROMES-CNRS est une Unité Propre de Recherche (UPR 8521) rattachée à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS) et conventionnée avec l'Université de Perpignan Via Domitia (UPVD). PROMES-CNRS est tri-localisé : Perpignan-Tecnosud, Odeillo et Targassonne. Le laboratoire, qui est structuré en huit équipes de recherche, fédère les compétences de chercheurs et enseignants-chercheurs autour de l'énergie solaire et de sa valorisation. Ses activités, pluridisciplinaires, couvrent un large spectre : du matériau jusqu'au système. Elles sont structurées selon deux axes thématiques : « matériaux et conditions extrêmes » et « conversion, stockage et transport de l'énergie ».

Le post-doctorant recruté sera accueilli à Perpignan-Tecnosud, au sein de l'équipe « Commande des systèmes, instrumentation et caractérisation » et sera encadré par Stéphane Grieu (professeur des universités, grieu@univ-perp.fr), Julien Eynard (maître de conférences, julien.eynard@univ-perp.fr) et Stéphane Thil (maître de conférences, stephane.thil@univ-perp.fr).

6. Contrat

- Durée : 2 ans, à compter de septembre/octobre 2020.
- Salaire net mensuel : environ 2000 €.

7. Dossier de candidature

Les candidats devront fournir les documents suivants :

- la copie d'une pièce d'identité ;
- un curriculum vitae détaillé ;
- la liste des communications et des publications ;
- les pré-rapports et le rapport de soutenance de thèse ;
- une lettre de motivation ;
- deux lettres de recommandation.

Predictive management of thermal comfort in public buildings equipped with thermal/electrical microgrids

1. Context and objectives

The IMPROVEMENT project (Integration of combined cooling, heating and power microgrids in zero-energy public buildings under high power quality and continuity of service requirements), which started in November 2019 and will end in September 2022, has been selected as winner of the third call for Interreg Sudoe projects (<https://tinyurl.com/ya5vrtp>). The project is coordinated by CNH2 (*Centro Nacional del Hidrógeno*), located in Puertollano (Spain), and involves, among other research centres and institutional partners, PROMES-CNRS.

The main objective of the project is the development of tools for the conversion of public buildings facing critical loads into near-zero energy buildings by the integration of microgrids for the combined generation of heat, cold, and electricity. These microgrids are equipped with hybrid storage systems and will have to contribute to the continuity of services. More specifically, IMPROVEMENT aims to:

- improve the thermal efficiency of public buildings by producing solar heat and cold and integrating active and passive technical solutions;
- improve the quality and reliability of power supply by developing a microgrid management system that is resilient to failures;

- maximize the consumption of renewable energy by integrating an advanced energy management system, taking advantage of the microgrids' hybrid storage systems.

2. Postdoctoral researcher's work

The work given to the postdoctoral researcher has to do with the development of a BEMS (Building Management Energy System) for the predictive management of thermal energy and thermal comfort. The system to be developed will be based on a two-level model-based predictive control structure. The low-level structure will define the instructions for the heating, ventilation and air-conditioning systems and will control the users' thermal comfort. Energy consumption forecasts will be given to the high-level structure for managing the thermal storage system (heat/cold), in accordance with the building's heating and air-conditioning requirements, and for overload storage, by transforming electrical energy into thermal energy. In return, the high-level structure will provide the microgrid with forecasts of electricity consumption. Let us note that a close collaboration between PROMES-CNRS and CNH2, which is in charge of microgrid management, will be necessary to optimize data transfer.

The strategy's implementation requires intraday forecasts of exogenous variables (users' presence, solar radiation, outdoor temperature, etc.) influencing the system's behaviour. Knowledge models or models based on the concept of time series (machine/deep learning techniques could be used) will be developed. On this specific topic, a collaboration between PROMES-CNRS and ENSMA (Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique) will be established within the scope of IMPROVEMENT.

3. Case studies

Two thermal/electrical microgrids will play the role of case studies. The first microgrid equips the CNH2's building in Puertollano, in Spain. It consists in a geothermal heat pump, a conventional heat pump and hydrothermal storage systems which exchange thermal energy with the microgrid's hydrogen production/consumption systems, all are supplying the building's HVAC and domestic hot water (DHW) systems. The second case study, i.e. the building that houses LNEG (*Laboratório Nacional de Energia e Geologia*), is located in the city of Lisbon, in Portugal. This building is equipped with solar thermal collectors, hybrid photovoltaic/thermal (PVT) collectors, heat pumps, and a hydrothermal storage system, all are supplying the building's HVAC and DHW systems.

4. Candidate's profile

The candidate must hold the academic degree of doctor (PhD). Strong skills in automatic control, in particular in model-based predictive control (MPC), in machine/deep-learning-based algorithms for time series forecasting, and in optimization (Matlab/Tomlab) are required. Skills in energy management of buildings, in particular in thermal comfort management, would be appreciated.

5. Laboratory and supervision

The "Processes, materials and solar energy" laboratory is a CNRS's own research unit (UPR 8521) that belongs to the Institute of Engineering and Systems Sciences (INSIS). PROMES-CNRS is under contract with the University of Perpignan Via Domitia (UPVD) and has three sites: Perpignan-Tecnosud, Odeillo and Targassonne. PROMES-CNRS, which is organized in eight research groups, brings together the skills in solar energy of researchers and university lecturers and researchers. PROMES-CNRS's multidisciplinary activities cover a wide spectrum: from material-related activities to the management of solar energy-based systems. These activities are structured according to the two following thematic axes: "materials and extreme conditions" and "conversion, storage and transport of energy".

The recruited postdoctoral researcher will be welcomed in Perpignan-Tecnosud. He/she will be a member of the "Systems control, instrumentation and characterization" research group and will be supervised by Stéphane Grieu (full professor, grieu@univ-perp.fr), Julien Eynard (associate professor, julien.eynard@univ-perp.fr) and Stéphane Thil (associate professor, stephane.thil@univ-perp.fr).

6. Employment contract

- Duration: 2 years, from September/October 2020.

- Monthly net salary: around 2000 €.

7. Application file

Candidates must provide the following documents:

- a piece of identification;
- a detailed curriculum vitae;
- a list of communications and publications;
- the pre-reports and the thesis defense report;
- a cover letter;
- two recommendation letters.