

---

## Programmation pour microcontrôleurs modernes

---

Rapport de stage de 2<sup>ème</sup> année

Travail réalisé par :

CHERIF Enzo

Étudiant à Seatech en Promo 2025

2A, filière SYSMER

Stage supervisé par :

M. Cédric ANTHIERENS, Professeur des universités, SEATECH

Dr. Burin YODWONG, Enseignant chercheur, TFII

Dans le cadre du cours

Stage 2A

Août 2024



## Engagement de non plagiat.

Je soussigné, ...Enzo CHERIF.....

N° carte d'étudiant : ...22206913.....

Déclare avoir pris connaissance de la charte des examens et notamment du paragraphe spécifique au plagiat.

Je suis pleinement conscient(e) que la copie intégrale sans citation ni référence de documents ou d'une partie de document publiés sous quelques formes que ce soit (ouvrages, publications, rapports d'étudiants, internet, etc....) est un plagiat et constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour produire et écrire ce document.

Fait le 15/08/2024

Signature(s)



Ce document doit être inséré en première page de tous les rapports, dossiers et/ou mémoires.

*Document du chapitre 10 annexe 5, issu de la Charte des examens adoptée en Conseil d'Administration le 11 juillet 2013 après avis du CEVU du 27 juin 2013 - Délibération N°2013-73 – Modifié suite au CFVU du 12/03/2015.*

## Résumé et Mots-clés

### Abstract

This report details my internship at the Thai-French Innovation Institute (TFII), part of King Mongkut's University of Technology North Bangkok, located in Bangkok, the capital of Thailand. During this internship, I was able to apply my skills in electronics and programming within a professional and multicultural setting. The objective of the internship was to develop energy management techniques for electric vehicles equipped with solar panels, using a microcontroller programmed with MATLAB and Simulink.

As its name suggests, the institute benefits from a strong collaboration between France and Thailand, focused on technology innovation. I participated in one of the institute's projects, which involved energy management using a control board that included transducers as well as Buck and Boost converters. This experience allowed me to solidify my technical skills.

Another task assigned to me was the design of educational materials. Acquiring this new skill was for me a discovery and a pleasure, especially due to continuous interactions in a diverse environment. The internship was extremely fruitful, allowing me to develop both personal and professional skills while making a significant contribution to the institute's initiatives.

The prospects look promising : the skills acquired in the fields of electronics and programming can be applied in my future engineering career but also offer an opportunity not previously considered, that of international experience. This internship was crucial for me, confirming my interest in electronics and programming, and thus paving the way for my professional life as an engineer.

### Résumé

Ce rapport détaille mon stage effectué au Thai French Innovation Institute (TFII), au sein de King Mongkut's University of Technology North Bangkok, située dans la ville de Bangkok, capitale de la Thaïlande. Durant ce stage, j'ai pu appliquer mes compétences en électronique et en programmation dans un cadre professionnel et multiculturel. L'objectif du stage était de développer des techniques de gestion de l'énergie pour les véhicules électriques équipés de panneaux solaires, en utilisant un microcontrôleur programmé par MATLAB et Simulink.

Comme son nom l'indique, l'institut bénéficie d'une forte collaboration entre la France et la Thaïlande, axée sur l'innovation en technologie. J'ai participé à l'un des projets de l'institut, qui portait sur la gestion de l'énergie via une carte de commande impliquant des transducteurs ainsi que des convertisseurs Buck et Boost. Cette expérience m'a permis de solidifier mes compétences techniques.

Une autre tâche qui m'a été demandée a été de concevoir des supports pédagogiques. L'acquisition de cette nouvelle compétence a été pour moi synonyme de découverte et de plaisir, grâce notamment aux interactions continues dans un environnement diversifié. Le stage a été extrêmement fructueux, permettant de développer des compétences tant personnelles que professionnelles, tout en contribuant de façon significative aux initiatives de l'institut.

Les perspectives s'annoncent prometteuses : les compétences acquises dans le domaine de l'électronique et de la programmation pourront être appliquées dans ma future carrière d'ingénieur, mais offrent aussi une opportunité non considérée auparavant, celle de l'expérience à l'international. Ce stage a été salvateur pour moi, confirmant mon intérêt pour l'électronique et la programmation, et préparant ainsi le terrain pour ma vie professionnelle en tant qu'ingénieur.

### Key words

- Energy management
- Solar electric vehicles
- MATLAB and Simulink programming
- TI F28335 electronic board
- Microcontroller
- LV 25-P and LA 55-P transducers
- Buck and Boost converters
- Technical teaching

- Technical documentation writing
- International collaboration
- Engineering innovation
- Electronic diagnostics
- Energy optimization
- Electrical engineering
- System integration
- High-tech equipment
- Electrical measurement
- PWM (Pulse Width Modulation)
- King Mongkut's University of Technology North Bangkok
- Thai French Innovation Institute

## Mots-clés

- Gestion de l'énergie
- Véhicules électriques solaires
- Programmation MATLAB et Simulink
- Carte électronique TI F28335
- Microcontrôleur
- Transducteurs LV 25-P et LA 55-P
- Convertisseurs Buck et Boost
- Enseignement technique
- Rédaction de supports techniques
- Collaboration internationale
- Innovation en ingénierie
- Diagnostics électroniques
- Optimisation énergétique
- Ingénierie électrique
- Intégration de systèmes
- Équipements de haute technologie
- Mesure électrique
- PWM (Modulation de Largeur d'Impulsion)
- King Mongkut's University of Technology North Bangkok
- Thai French Innovation Institute

## Table des matières

Résumé et Mots-clés	2
Remerciements	6
<b>1 Introduction</b>	<b>6</b>
1.1 Présentation personnelle et contexte du stage . . . . .	6
1.1.1 Origines et Motivations . . . . .	6
1.1.2 Contexte de Stage . . . . .	6
1.1.3 Choix du Thai-French Innovation Institute . . . . .	6
1.1.4 Objectif du Stage . . . . .	7
1.2 Objectifs du rapport . . . . .	7
<b>2 L’Institut et Son Environnement</b>	<b>7</b>
2.1 Présentation Générale de l’Institut d’Innovation Thaï-Français (TFII) . . . . .	7
2.1.1 Fondation et Accords Clés . . . . .	8
2.1.2 Contribution Initiale et Soutien Continu . . . . .	8
2.1.3 Événements Significatifs et Développements . . . . .	8
2.1.4 Statut Legal et Institutionnel . . . . .	9
2.2 Situation Géographique et Environnement Économique . . . . .	9
2.2.1 Localisation et Importance Stratégique . . . . .	9
2.2.2 L’Institut au sein de KMUTNB . . . . .	10
2.2.3 Infrastructures et Accès . . . . .	12
2.3 Mission, Vision et Objectifs de KMUTNB . . . . .	13
2.3.1 Mission et Vision . . . . .	13
2.3.2 Les départements de l’Institut . . . . .	14
<b>3 Expérience de Stage</b>	<b>15</b>
3.1 Contexte et Objectifs du Stage . . . . .	15
3.1.1 Contexte du Stage . . . . .	15
3.1.2 Objectifs du Stage . . . . .	15
3.2 Projets Réalisés . . . . .	16
3.2.1 TP1 : Exploration et Utilisation de la Carte TI 28335 . . . . .	16
3.2.2 TP2 : Guide d’installation pour le contrôle du TI F28335 . . . . .	17
3.2.3 TP3 : Contrôle PWM avec la TI F28335 . . . . .	18
3.2.4 TP4 : Contrôle du Rapport Cyclique via PWM sur la TI F28335 . . . . .	20
3.2.5 TP5 : Mesure de Tension et de Courant avec les Transducteurs LV 25-P et LA 55-P . . . . .	21
3.2.6 TP6 : Précision des Mesures de Tension avec le Transducteur LV 25-P . . . . .	23
3.2.7 TP7 : Exploration des Convertisseurs DC-DC : Boost et Buck . . . . .	24
3.2.8 TP8 : Approfondissement du Convertisseur Boost et Tests Pratiques . . . . .	26
3.2.9 TP9 : Approfondissement du Convertisseur Buck et Tests Pratiques . . . . .	28
3.2.10 TP10 : Expérimentation Pratique avec les Convertisseurs Boost . . . . .	29
3.2.11 TP11 : Expérimentation Pratique avec les Convertisseurs Buck . . . . .	30
3.3 Développement de Supports pour Travaux Pratiques . . . . .	31
3.3.1 Création des Travaux Pratiques . . . . .	31
3.3.2 Feedback et Révisions . . . . .	31
3.4 Cours Dispensés . . . . .	32
3.4.1 Développement et Animation . . . . .	32
3.4.2 Impact et Réception . . . . .	32
3.5 Rencontre avec Monsieur Matthieu Peyraud et la Délégation du Ministère des Affaires Étrangères	33
3.5.1 Présentation du Travail au Ministre . . . . .	33
3.5.2 Impact de la Rencontre . . . . .	33
3.6 Optimisation de la Gestion de l’Énergie pour Véhicules Électriques Solaires . . . . .	34
3.6.1 Problématique de la Gestion de l’Énergie Solaire . . . . .	34
3.6.2 Solutions Développées Durant le Stage . . . . .	34
3.6.3 Implications et Applications Futures . . . . .	34
3.7 Défis Techniques et Solutions . . . . .	35
3.7.1 Problèmes Rencontrés . . . . .	35
3.7.2 Résolution des Problèmes . . . . .	35

<b>4 Compétences Acquises</b>	<b>36</b>
4.1 Compétences Techniques . . . . .	36
4.1.1 Programmation sur MATLAB et Simulink . . . . .	36
4.1.2 Manipulation de Transducteurs . . . . .	36
4.1.3 Utilisation de Convertisseurs Buck et Boost . . . . .	36
4.1.4 Contrôle de Potentiomètre via Microcontrôleur . . . . .	36
4.1.5 Diagnostic et Résolution de Problèmes Techniques . . . . .	36
4.1.6 Création et Interprétation de Schémas Électroniques . . . . .	36
4.1.7 Manipulation d'Équipements de Haute Technologie . . . . .	36
4.2 Compétences Organisationnelles . . . . .	36
4.2.1 Rédaction de Supports Techniques . . . . .	37
4.2.2 Recherche et Documentation . . . . .	37
4.2.3 Adaptabilité aux Feedbacks . . . . .	37
4.2.4 Planification et Exécution de Cours . . . . .	37
4.2.5 Gestion des Travaux Pratiques . . . . .	37
4.3 Compétences Interpersonnelles . . . . .	37
4.3.1 Communication Multiculturelle . . . . .	37
4.3.2 Collaboration et Travail d'Équipe . . . . .	37
4.3.3 Adaptabilité et Flexibilité . . . . .	37
4.3.4 Écoute Active et Empathie . . . . .	38
4.3.5 Respect et Courtoisie . . . . .	38
<b>5 Bilan et perspectives</b>	<b>38</b>
5.1 Bilan personnel . . . . .	38
5.2 Bilan professionnel . . . . .	38
5.3 Perspectives futures . . . . .	39
<b>6 Conclusion</b>	<b>39</b>
<b>7 Annexes</b>	<b>40</b>
7.1 Liste des supports de Travaux Pratiques . . . . .	40
7.1.1 Lab 1 . . . . .	40
7.1.2 Lab 2 . . . . .	40
7.1.3 Lab 3 . . . . .	40
7.1.4 Lab 4 . . . . .	40
7.1.5 Lab 5 . . . . .	40
7.1.6 Lab 6 . . . . .	40
7.1.7 Lab 7 . . . . .	40
7.1.8 Lab 8 . . . . .	40
7.1.9 Lab 9 . . . . .	40
7.1.10 Lab 10 . . . . .	41
7.1.11 Lab 11 . . . . .	41
7.2 Fiche tuteur entreprise et Fiche d'évaluation étudiant . . . . .	41

## Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à faire de mon stage une expérience enrichissante et mémorable.

Tout d'abord, un immense merci à mon tuteur de stage, Monsieur Burin Yodwong, pour son encadrement, sa patience et son expertise tout au long de cette aventure. Son accompagnement a été essentiel pour me permettre de surmonter les défis techniques et de développer mes compétences professionnelles.

Je suis également très reconnaissant envers Monsieur Pornsak, directeur du Thai-French Innovation Institute, pour son leadership et pour avoir créé un environnement de travail stimulant et accueillant. Sa vision et son engagement pour l'innovation ont grandement enrichi mon expérience de stage.

Un remerciement spécial à Monsieur Cédric Anthierens, mon tuteur académique et professeur à Seatech, dont les conseils précieux m'ont guidé avant et pendant cette période de stage. Sa présence académique et son soutien ont été des piliers dans mon parcours.

Je tiens à remercier chaleureusement tous les membres de l'équipe de l'institut, dont la collaboration a été un aspect clé de mon apprentissage quotidien. Chaque jour passé avec vous a été une leçon de travail d'équipe et d'ingénierie.

Mes remerciements vont également à ma famille et à mes proches pour leur soutien inconditionnel et leur encouragement constant, qui ont été des sources de motivation indéfectibles tout au long de mon parcours.

Enfin, je remercie mon école, Seatech, pour m'avoir offert cette opportunité internationale. L'expérience acquise ici est le fruit de votre engagement à fournir une éducation de qualité et à ouvrir des horizons internationaux pour vos étudiants.

Ces remerciements s'adressent à tous ceux qui ont contribué, directement ou indirectement, à cette enrichissante expérience de stage, me permettant de grandir professionnellement et personnellement.

## 1 Introduction

### 1.1 Présentation personnelle et contexte du stage

Je me présente, je m'appelle Enzo CHERIF, élève de l'école d'ingénieur de Seatech, située à Toulon, dans le sud de la France. Cette école fait partie du groupe INP, Institut National Polytechnique, qui propose plusieurs programmes de formations dans différents domaines de l'ingénierie. À 22 ans, je poursuis ma formation dans la filière SYSMER (Systèmes Mécatroniques et Robotiques), une formation à la croisée des chemins entre la mécanique, l'électronique, et l'informatique, préparant ainsi les ingénieurs à concevoir et à améliorer des systèmes automatisés et des solutions robotiques.

#### 1.1.1 Origines et Motivations

Originaire de la région parisienne, ma fascination pour la mécanique, l'électronique et les systèmes informatiques m'a naturellement conduit vers Seatech, une école d'ingénieurs réputée pour son approche innovante, son engagement envers les technologies émergentes et aussi pour son ingénierie axée sur le monde marin. Mon intérêt pour la mécatronique et la robotique m'a amené à choisir le parcours SYSMER, où j'ai pu développer mes compétences dans la conception et l'analyse de systèmes autonomes.

#### 1.1.2 Contexte de Stage

Dans le cadre de ma formation, et pour valider ma deuxième année d'études, je dois effectuer une période de 17 semaines à l'étranger. J'ai donc choisi que cette période soit un stage, pour ainsi avoir l'opportunité d'appliquer mes compétences théoriques acquises en classe dans un cadre professionnel réel et dynamique.

#### 1.1.3 Choix du Thai-French Innovation Institute

Le choix du Thai-French Innovation Institute (TFII) à la King Mongkut's University of Technology North of Bangkok (KMUTNB) était stratégique. Les pays asiatiques sont reconnus pour leur expertise dans les cartes électroniques, domaine dans lequel je souhaite m'améliorer. De plus, TFII est connu pour son excellence dans la recherche et l'innovation. La collaboration entre TFII et KMUTNB offre un environnement enrichi par une diversité culturelle et une expertise technique, idéal pour un stage international. De plus, TFII bénéficie de sa collaboration avec la France et la Thaïlande, favorisant un échange dynamique de savoir-faire et de pratiques.

Ce choix de stage a été fortement conforté par les recommandations de Monsieur Leandri, enseignant-chercheur à Seatech, et de Monsieur Gies, enseignant à l'Université de Toulon. Ils ont tous deux confirmé la renommée de l'Université KMUTNB, soulignant son excellence académique et son engagement envers la recherche et l'innovation.

### 1.1.4 Objectif du Stage

Mon stage à TFII est centré sur le développement d'un système de contrôle pour une voiture électrique munie de panneaux solaires. Ce projet vise à optimiser la manière dont est gérée l'énergie électrique au sein de la voiture, car son énergie est sensible à la variabilité de la puissance solaire. Les principales tâches de mon stage incluent :

- **Recherche et Développement** : Étudier et optimiser des transducteurs de tension et de courant pour mesurer et gérer efficacement les hautes tensions et courants.
- **Expérimentation Technique** : Configurer et tester des circuits électriques, en utilisant des équipements spécialisés pour évaluer les performances du système de contrôle développé.
- **Support Technique** : Préparer des documents de laboratoire pour aider les futurs stagiaires et étudiants à comprendre et à utiliser les technologies développées. À chaque expérience, un support est rédigé.

En réalisant mon stage au sein de TFII, je me suis engagé dans une aventure où innovation, apprentissage et collaboration sont au rendez-vous de chaque activité menée. Ce stage est donc une étape cruciale pour mon objectif de devenir un ingénieur compétent et capable de comprendre.

## 1.2 Objectifs du rapport

L'objectif principal de ce rapport de stage est de documenter de façon claire et précise la liste des activités, des apprentissages et des contributions réalisées lors de mon stage au Thai-French Innovation Institute (TFII) à King Mongkut's University of Technology North of Bangkok (KMUTNB). Ce document est donc non seulement une trace écrite de mon expérience professionnelle mais aussi une piste de réflexion sur les compétences acquises et les connaissances approfondies durant cette période. Les objectifs spécifiques de ce rapport sont les suivants :

- **Présenter le Thai-French Innovation Institute (TFII) à King Mongkut's University**
  - Décrire l'environnement institutionnel et académique de l'institut.
  - Souligner les missions, les valeurs, et les objectifs de KMUTNB qui s'alignent avec mes intérêts en mécatronique et robotique.
- **Détail des Projets et Tâches Réalisées**
  - Fournir une description détaillée des projets sur lesquels j'ai travaillé, en particulier un microcontrôleur dans le but de pouvoir le piloter correctement pour une voiture électrique.
  - Expliquer les processus techniques, les défis rencontrés, et les solutions apportées lors du stage.
- **Analyse des Compétences Développées**
  - Évaluer les compétences spécifiques à ma formation que j'ai pu renforcer ou acquérir.
  - Réfléchir sur les compétences interpersonnelles et organisationnelles développées grâce à l'interaction avec l'équipe de recherche et d'autres stagiaires.
- **Évaluation des Objectifs d'Apprentissage**
  - Évaluer dans quelle mesure les objectifs fixés au début du stage ont été atteints.
  - Discuter des nouvelles connaissances acquises et de leur application future dans mon domaine académique et professionnel.
- **Synthèse Personnelle et Professionnelle**
  - Fournir une synthèse de l'expérience de stage, incluant les aspects les plus bénéfiques et les domaines d'amélioration.
  - Projeter cette expérience dans mon futur professionnel, en identifiant comment cela va contribuer à ma future carrière d'ingénieur.

En résumé, ce rapport de stage constitue une approche critique de mon immersion dans un contexte international de recherche. Son but premier est de démontrer comment les expériences vécues contribuent à ma formation d'ingénieur et comment elles préparent ma carrière de futur ingénieur.

## 2 L'Institut et Son Environnement

### 2.1 Présentation Générale de l'Institut d'Innovation Thaï-Français (TFII)

L'Institut d'Innovation Thaï-Français (TFII) est né d'une collaboration stratégique entre le gouvernement thaïlandais et le gouvernement français[5]. Situé au sein de l'Université King Mongkut de Technologie du Nord de Bangkok (KMUTNB), le TFII joue un rôle pivot dans le développement technologique et la formation de ressources humaines dans les secteurs scientifiques et technologiques industriels de la Thaïlande.



FIGURE 1 – Logos de l’Université King Mongkut de Technologie du Nord de Bangkok (KMUTNB) et du Thai-French Innovation Institute (TFII).

### 2.1.1 Fondation et Accords Clés

La genèse de TFII remonte au 13 octobre 1991, date à laquelle les représentants des gouvernements français et thaïlandais, notamment les ministres des Finances, ont signé à Bangkok l’accord initial dans le cadre du programme d’assistance pour le développement économique de la Thaïlande. Cet accord marque le début de l’engagement de la France à transférer des technologies modernes vers les institutions éducatives et les établissements en développement.

Le 18 décembre 1991 et le 3 janvier 1992, à Paris et à Bangkok respectivement, les deux gouvernements ont formalisé l’accord opérationnel, implémentant concrètement le projet. De plus, le 29 octobre 1991 à Paris, un accord spécifique a été conclu entre l’Institut de Technologie King Mongkut et le Conseil Industriel Français pour établir le Centre d’Innovation Thaï-Français.

### 2.1.2 Contribution Initiale et Soutien Continu

Durant les trois premières années suivant sa création, le TFII a bénéficié du soutien du gouvernement français et de partenaires tels que L’AIR LIQUIDE, la Fédération des Industries Mécaniques de France, ainsi que France DIDAC, avec un investissement initial d’environ 140 millions de baht. Cet apport financier a facilité le développement de technologies dans les domaines de l’énergie, de l’aéronautique, de l’électronique et de l’informatique.

### 2.1.3 Événements Significatifs et Développements



FIGURE 2 – La Princesse Maha Chakri Sirindhorn lors de la cérémonie de pose de la première pierre du TFII.

Le 2 octobre 1990, la Princesse Maha Chakri Sirindhorn a honoré le TFII en présidant la cérémonie de pose de la première pierre (voir figure 2). Le 5 juin 1992, l’inauguration officielle du bâtiment a eu lieu, marquée par une exposition démontrant la technologie moderne offerte par les entreprises françaises dans le cadre de ce programme de coopération académique.



FIGURE 3 – 20e anniversaire de TFII, exposition de technologie thaïlandaise et française.

En 2010, à l'occasion du 20e anniversaire de l'institut, une exposition de technologie thaïlandaise et française a été organisée, mettant en lumière les activités académiques du TFII (voir figure 3).

#### 2.1.4 Statut Légal et Institutionnel

Le 26 décembre 2007, l'acte établissant l'Université King Mongkut de Technologie du Nord de Bangkok a été proclamé, intégrant TFII comme une entité de niveau facultaire au sein de l'université. Cette intégration, officialisée dans le journal officiel le 4 avril 2008, marque une étape importante dans l'évolution de TFII, renforçant son rôle dans le développement technologique et l'éducation en Thaïlande.

## 2.2 Situation Géographique et Environnement Économique

### 2.2.1 Localisation et Importance Stratégique

L'Institut d'Innovation Thaï-Français (TFII) est stratégiquement situé au nord de Bangkok, sur le campus de King Mongkut's University of Technology North of Bangkok (KMUTNB) à l'adresse suivante : 1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue (voir figure 4). Cette localisation offre plusieurs avantages significatifs qui renforcent son rôle dans le développement technologique et la coopération internationale.

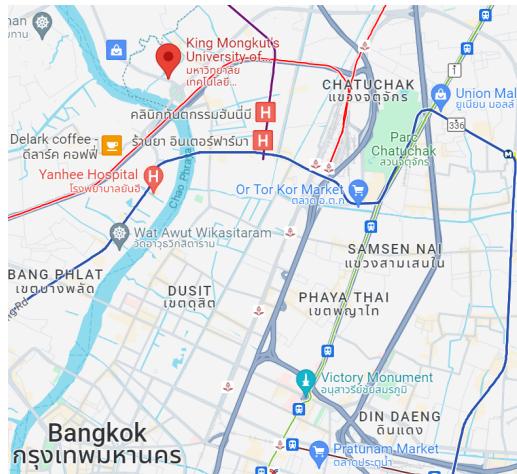


FIGURE 4 – Emplacement de King Mongkut's University of Technology North of Bangkok et du TFII, illustrant l'accès et la proximité avec les infrastructures majeures de Bangkok, prise sur Google Maps.

## Accès et Connectivité



FIGURE 5 – Bus ligne 203 à Bangkok



FIGURE 6 – BTS Sukhumvit Line à Bangkok

Bien que TFII ne soit pas en liaison directe avec le métro aérien (BTS) ou le métro souterrain (MRT) (voir figure 6), l'institut reste facilement accessible grâce à un réseau de lignes de bus (voir figure 5). La proximité de l'institut avec tous ces réseaux de transports, ainsi qu'aux grands axes routiers, permet une connexion aisée avec les autres parties de la ville et les aéroports internationaux. Cette connectivité est un point majeur pour tout le personnel, les étudiants, les chercheurs, et les visiteurs internationaux qui participent aux programmes et projets de l'institut.

## Proximité des Zones Industrielles et Commerciales



FIGURE 7 – Le centre Gateway à Bang Sue

Situé près de plusieurs zones commerciales et industrielles majeures de Bangkok, comme le centre Gateway situé à Bang Sue (voir figure 7). La localisation de TFII rend les démarches de collaboration ainsi plus aisées avec les industries, les entreprises technologiques, les start-ups, et les incubateurs, essentiels pour le transfert de technologie et les partenariats de recherche appliquée.

## Importance Stratégique pour les Initiatives de Coopération

La localisation de TFII joue un rôle important dans le renforcement des relations entre la Thaïlande et la France, servant ainsi de pôle pour entreprendre des initiatives bilatérales en termes d'éducation, de recherche, et de développement technologique. TFII se positionne comme un véritable hub de l'innovation franco-thaïlandaise, attirant des talents, des investissements, et des technologies du monde entier, contribuant ainsi au rayonnement de Bangkok comme un centre régional de l'innovation en Asie du Sud-Est.

### 2.2.2 L’Institut au sein de KMUTNB

L’Institut d’Innovation Thaï-Français (TFII) est situé sur le campus de King Mongkut’s University of Technology North of Bangkok (KMUTNB), une des principales institutions technologiques thaïlandaises (voir figure

8). Cette intégration dans le campus est un atout majeur pour TFII car elle permet d'être dans un écosystème académique et technologique dynamique, propice justement à l'innovation et à la recherche[2].



FIGURE 8 – Vue aérienne du campus de KMUTNB

### Synergie avec KMUTNB

L'université KMUTNB fait partie du groupe des universités King Mongkut (KMUT), qui comprend également King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL) et King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT). Ces institutions sont connues pour leur excellence académique mais aussi par le fait qu'elles sont publiques. En effet, ces établissements ont été fondés conjointement par le gouvernement royal thaïlandais et la République fédérale d'Allemagne en 1959.

### Rôle de KMUTNB

Le rôle de KMUTNB en tant que membre du groupe KMUT joue un rôle de pivot dans l'enseignement et la recherche orientés vers l'industrie en Thaïlande. L'université se spécialise dans des domaines technologiques clés tels que l'ingénierie mécanique, l'électrotechnique, et les technologies de l'information, faisant de l'institut un acteur essentiel dans la formation de professionnels hautement qualifiés. Grâce à sa collaboration avec TFII, KMUTNB renforce son engagement envers le développement technologique et la coopération internationale, en particulier avec la France.

### Quelques chiffres de KMUTNB



FIGURE 9 – Classements de KMUTNB dans différents domaines académiques

- **THE Subject Ranking 2021 :** KMUTNB est classée 7e parmi les universités thaïlandaises en ingénierie, 4e en sciences informatiques, et 6e en sciences physiques. Ces classements soulignent l'expertise de l'université dans ces domaines clés et sa capacité à offrir une éducation de haute qualité [3].

Natural Science: Mathematics		Domestic Rank
451-500	 King Mongkut's University of Technology North... @ Bangkok, Thailand	1
<b>Engineering: Electrical and Electronics</b>		
451-500	 King Mongkut's University of Technology North... @ Bangkok, Thailand	5
<b>Engineering: Mechanical</b>		
451-500	 King Mongkut's University of Technology North... @ Bangkok, Thailand	7

FIGURE 10 – QS Subject Rankings for King Mongkut’s University North of Bangkok

- **QS Subject Ranking 2021 :** KMUTNB excelle spécifiquement en sciences techniques et technologiques, se classant 1ère parmi les universités thaïlandaises en mathématiques. Ce classement démontre l’expertise et la qualité d’enseignement de KMUTNB dans ce domaine fondamental.

### World University Rankings

2021 Rank: 1001+

[View full ranking table](#)



FIGURE 11 – World University Rankings 2021

- **THE World Ranking 2021 :** KMUTNB est classée 13e parmi les universités thaïlandaises, ce qui indique sa compétitivité et sa reconnaissance à un niveau global. Ce classement international confirme la place de l’université comme une institution de choix pour les étudiants et les chercheurs.

### Impact des Classements

Ces classements illustrent l’excellence académique et la forte réputation de KMUTNB, renforçant ainsi l’attractivité de l’Institut d’Innovation Thaï-Français (TFII) situé au sein de l’université. L’eminence dans ces classements assure aussi un terrain favorable pour des collaborations internationales et des initiatives de recherche innovantes, attirant une communauté académique mondiale.

#### 2.2.3 Infrastructures et Accès

Comme nous l’avons mentionné précédemment, le *Thai-French Innovation Institute* (TFII) bénéficie de nombreux avantages grâce à son emplacement sur le campus de la *King Mongkut’s University of Technology North of Bangkok* (KMUTNB), ce qui facilite son intégration dans le réseau mondial de l’innovation et son interaction avec le secteur industriel.

## Infrastructures Modernes

TFII dispose d'installations modernes conçues pour soutenir à la fois la recherche et l'éducation. Parmi ces installations, nous pouvons compter sur des laboratoires spécialisés, équipés des technologies les plus récentes pour la recherche en énergies renouvelables, en mécatronique, en robotique, et en technologie de l'information. Ces laboratoires permettent aux chercheurs et aux étudiants de mener à bien leurs travaux de recherche et d'étude.



FIGURE 12 – Un technicien au travail dans un des laboratoires avancés de TFII.

De plus, TFII bénéficie également de salles de classe dédiées à l'enseignement théorique et pratique, équipées de tout le matériel nécessaire pour faciliter l'apprentissage.

## TFII-Schneider Electric Centre of Excellence

En outre, TFII a récemment initié une collaboration avec l'un des géants de l'énergie, *Schneider Electric*, et la *Fondation Schneider Electric*. Cette collaboration a été inaugurée le 28 février 2024 dans le cadre du nouveau *Centre of Excellence* de TFII. La cérémonie d'ouverture s'est déroulée au 9ème étage du bâtiment de l'Institut de Recherche en Science et Technologie, dans la salle dédiée au *Schneider Electric Centre*. L'événement a été marqué par la présence de l'Ambassadeur de France en Thaïlande, M. Jean-Claude Poimboeuf, ainsi que par des hauts dirigeants de KMUTNB et de Schneider Electric[4].



FIGURE 13 – Cérémonie d'ouverture du TFII-Schneider Electric Centre of Excellence montrant les équipements avec l'Ambassadeur de France en Thaïlande, M. Jean-Claude Poimboeuf, et M. Pornsak, représentant de TFII.

Le but de ce centre est de former des professionnels compétents et qualifiés dans les domaines de l'automatisation, des énergies renouvelables et des systèmes intelligents, contribuant ainsi à l'avancement technologique et à la formation de haute qualité.

## 2.3 Mission, Vision et Objectifs de KMUTNB

### 2.3.1 Mission et Vision

La mission et la vision de l'Institut d'Innovation Thaï-Français (TFII) sont de contribuer de façon significative aux progrès technologiques et au développement socio-économique, tant au niveau local qu'international.

## Mission

La mission de TFII est de promouvoir l'innovation et le développement technologiques à travers des programmes éducatifs. L'institut vise à développer des solutions technologiques avancées qui répondent aux défis et besoins contemporains des secteurs industriels et technologiques. En mettant l'accent sur l'éducation et la recherche, TFII s'engage à :

- Fournir une formation de haute qualité qui prépare les étudiants à devenir des professionnels compétents dans leur domaine.
- Favoriser la compétitivité des industries thaïlandaises et internationales en encourageant les nouvelles technologies et méthodologies.
- Intensifier les collaborations internationales, notamment entre la France et la Thaïlande, pour faciliter le transfert de connaissances et de technologies.

## Vision

La vision de TFII est d'être un leader en termes d'innovation technologique et d'éducation en ingénierie. En se positionnant à l'intersection de la recherche et du développement industriel, TFII aspire à :

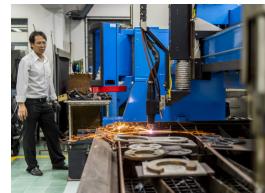
- Être reconnu comme un établissement d'excellence pour les différents domaines d'ingénierie qu'il abrite.
- Être un acteur de la transformation des industries en utilisant des technologies de pointe pour répondre aux exigences de durabilité et d'efficacité.
- Former des professionnels compétents qui seront capables de répondre techniquement mais aussi conscients des enjeux de notre monde pour le futur.

### 2.3.2 Les départements de l'Institut

Le Thai French Institute of Innovation (TFII) à KMUTNB est doté de plusieurs départements, chacun axé sur un domaine spécifique avec une forte orientation vers les applications industrielles et pratiques [5].

#### Département de Technologie de Soudure

Ce département a pour but d'étudier les différentes techniques de soudure, en passant par les matériaux et les technologies de soudage avancés, pour des domaines d'application comme l'automobile ou encore la construction.



#### Département de Technologie de Corrosion

Ce département traite des différents problèmes de corrosion et des matériaux utilisés dans diverses industries, tout en développant des revêtements et des traitements pour protéger les matériaux.



#### Département des Technologies Électriques et Énergétiques

Ce département développe des solutions innovantes pour l'optimisation de la production, de la distribution, et de l'utilisation de l'énergie, tout en proposant des programmes d'éducation compétents pour ce domaine.



#### Département de Recherche, Développement et Transfert Technologique

Ce pôle travaille de façon à voir son application directement dans les industries. Il fait le pont entre la recherche fondamentale et le marché, en collaborant étroitement avec des industriels pour développer des solutions directement liées à leurs problèmes.



## Département d'Applications Informatiques Industrielles

Ce département développe des logiciels et des systèmes informatiques adaptés aux environnements industriels, en mettant l'accent sur l'amélioration de l'efficacité opérationnelle à travers l'automatisation et la numérisation.



## Département des Systèmes de Fabrication Automatisés

Il explore tous les moyens que propose la fabrication automatisée en passant de la robotique simple à la commande numérique par ordinateur.



## Département de Métrologie et Applications Informatiques

Ce département, comme son nom l'indique, se concentre sur la précision des mesures industrielles et le développement d'applications informatiques pour les mesures.



## Département de Recherche

Il travaille sur des recherches appliquées avec pour but la commercialisation des technologies développées, en assurant le lien entre la recherche académique et les besoins concrets de l'industrie.



## 3 Expérience de Stage

### 3.1 Contexte et Objectifs du Stage

#### 3.1.1 Contexte du Stage

Mon stage s'est déroulé dans l'enceinte de l'établissement Thai French Innovation Institute. L'objectif principal de cet institut est de chercher de nouvelles solutions dans bon nombre de secteurs, comme le secteur des énergies renouvelables et des technologies pour véhicules électriques.

Dans ce contexte, j'ai eu l'opportunité de travailler sur la carte Texas Instruments TF28335. Cette dernière est un outil puissant destiné à la gestion de l'énergie électrique. Ici, en l'occurrence, dans ce stage, elle servait à gérer l'énergie électrique d'une voiture électrique munie de panneaux solaires. Ce projet s'inscrit parfaitement dans ma formation à Seatech en spécialité Sysmer (mécatronique et robotique), où l'accent est mis sur l'intégration de solutions technologiques avancées dans des systèmes complexes.

#### 3.1.2 Objectifs du Stage

Le stage visait donc à pouvoir gérer correctement le flux d'énergie électrique via la carte TF28335. Pour cela, nous allons développer les connaissances sur cette carte à travers plusieurs axes :

1. **Maîtrise de la Carte TI F28335** : Apprendre à configurer, programmer et déployer la carte dans le contexte de la gestion de l'énergie pour des véhicules électriques.
2. **Contribution à la Documentation Technique** : Rédiger des supports techniques détaillés pour faciliter l'utilisation future de la carte et des systèmes développés par les futurs ingénieurs, techniciens et élèves.

3. **Création de Supports de TP** : Développer des supports de laboratoire explicatifs destinés à l'enseignement des utilisations de la carte TI F28335 pour des étudiants ou techniciens, afin de faciliter la transmission des connaissances et la formation pratique.
4. **Gestion des Signaux PWM** : Apprendre à gérer les signaux PWM de deux manières. La première méthode est fixe, avec une valeur établie, et la deuxième est dynamique, utilisant un potentiomètre. Cette approche permet d'avoir un contrôle précis sur les convertisseurs en fonction des variations énergétiques.
5. **Mesure de Courant et de Tension avec Transducteurs** : Savoir mesurer précisément le courant et la tension à l'aide d'outils électroniques tels que des transducteurs, qui sont essentiels pour surveiller et ajuster correctement les performances des systèmes énergétiques.
6. **Conception et Tests de Convertisseurs DC-DC** : Étudier et améliorer l'efficacité des convertisseurs Buck et Boost utilisés pour moduler la distribution de l'énergie électrique.
7. **Développement de Solutions pour la Gestion d'Énergie** : Créer des algorithmes capables de gérer dynamiquement l'énergie en fonction des besoins du véhicule et des conditions extérieures.
8. **Collaboration avec une Équipe Multidisciplinaire** : Travailler en synergie avec des ingénieurs, des chercheurs et d'autres stagiaires pour mener à bien des projets complexes et multidisciplinaires.

Ce stage m'a permis non seulement de lier la théorie à la pratique mais également de contribuer à des projets innovants qui ont un impact direct sur le développement de technologies propres. L'expérience acquise durant cette période est essentielle pour mon futur professionnel, me préparant à devenir un acteur clé dans l'industrie des technologies avancées.

## 3.2 Projets Réalisés

### 3.2.1 TP1 : Exploration et Utilisation de la Carte TI 28335

Le premier TP servait d'introduction générale à la carte Texas Instruments TF28335. Il visait à familiariser les participants avec les bases de son fonctionnement et son architecture. L'objectif était de fournir un document complet sur la compréhension de la carte, incluant les détails sur les pins, la structure interne, et les possibilités qu'offre cette dernière (voir figure 14). Il n'y avait pas nécessairement d'activités directes dans ce document ; il visait surtout à poser une fondation solide pour les travaux plus avancés et spécifiques qui suivraient.

#### Résultats Obtenus

Ce TP introductif a permis de mettre en lumière plusieurs aspects fondamentaux de la carte TI F28335. Les participants ont pu acquérir une compréhension solide de l'architecture de la carte.

LAB 1 : Exploration and Use of the TI 28335 Board	
Feature	Description
Processor	TMS320F28335, 32-bit DSP, 150 MHz
DMA Controller	6 channels, efficient data management without overloading the CPU
External Interface	Configurable in 16 or 32 bits
I2C Bus	Allows integration of additional sensors and communication modules
ADC	12 bits, 16 channels, rapid reading of analog signals
Communication Interfaces	UART, SPI, CAN
ePWM	Precise power control for motor command and power conversion
Memory Capabilities	Integrated flash memory and SRAM

### 3 Description of the Pins on the TI 28335 Board

The TI 28335 board is equipped with a variety of pins that offer extended capabilities for control applications and signal processing. The layout of these pins, as per the provided table, is essential for understanding their functionality and usage. Here is a detailed description of the pins on the board:

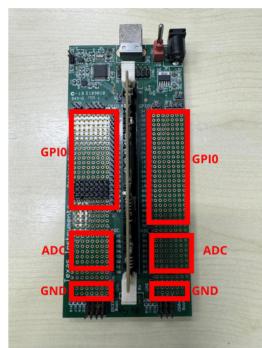


Figure 1: Layout of the main pins on the TI 28335 board

#### Power and Ground

- +5V in (Pins 77, 82, 87, 92, 96): These pins provide the necessary voltage to power the board.
- GND / GND<sub>ISO</sub> (Pins 6, 8, 10, 12, 14, 27, 37, 47): Ground points used to stabilize and secure the electrical operations on the board.

#### Serial Communication

- RS232 (ISO-RX-RS232 Pin 2, ISO-TX-RS232 Pin 52): Pins for RS232 communication, often used to connect computer or telecommunication devices.
- CAN (CANRX-A Pin 44, CANTX-A Pin 94): Pins for CAN communication, used in automotive and industrial applications for reliable and robust communications.

Written by : CHERIF Enzo

3

FIGURE 14 – Page 3 du TP 1

## Analyse des Résultats

Bien que le TP ait été de nature plutôt informative et moins axée sur la pratique technique avancée, il a été crucial pour établir une base de connaissances solide pour tous les participants. Il n'y a pas eu de problèmes techniques majeurs rencontrés, étant donné le caractère exploratoire et descriptif de ce TP. Cependant, la discussion a permis de soulever des questions pertinentes sur les capacités et les limitations de la carte.

## Leçons Apprises et Application Future

Cette familiarisation avec la carte TI F28335 lors de ce TP est essentielle en vue des travaux futurs sur cette dernière. Acquérir les différentes notions permettra aux participants d'exploiter pleinement les fonctionnalités dans des applications plus complexes.

Ce TP a non seulement renforcé la compréhension technique des participants mais a aussi établi les bases pour une utilisation compétente et innovante de la carte dans des projets futurs, en assurant que tous avaient une compréhension claire et complète des outils à leur disposition. De plus, ce TP a permis d'apprendre comment rédiger un support technique et éducatif.

### 3.2.2 TP2 : Guide d'installation pour le contrôle du TI F28335

Le TP2, comme le précédent, n'est pas un TP à proprement parler. Cependant, il nécessite véritablement des actions de la part des participants. En effet, il s'agit plus d'un guide d'utilisation pour pouvoir utiliser la carte Texas Instruments TF28335 correctement. L'objectif de ce TP est donc de guider de façon détaillée le participant pour l'installation de tous les logiciels et add-ons nécessaires pour programmer la carte en utilisant MATLAB. Cette étape est cruciale pour poser les bases et ainsi préparer au mieux les applications de développement ultérieures.

Les activités de ce TP incluaient l'installation de MATLAB 2022, spécifiquement choisie pour sa compatibilité avec les outils requis pour la carte TI F28335. En plus de MATLAB, le TP guidait les utilisateurs dans l'installation de l'Embedded Coder Support Package pour le processeur Texas Instruments C2000, un complément indispensable pour permettre la programmation en C embarqué directement depuis MATLAB.

## Résultats Obtenus

À la fin de ce TP, les participants avaient correctement installé MATLAB 2022 ainsi que tous les add-ons et packages nécessaires, y compris le support pour le processeur C2000. Chaque étape était documentée avec précision ; des illustrations et des captures d'écran étaient fournies pour assurer que les utilisateurs pouvaient suivre le processus sans se perdre et vérifier leur propre progression.

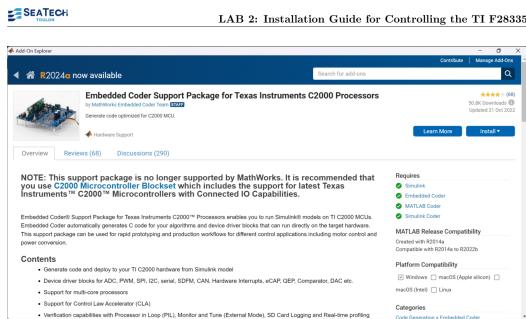


FIGURE 2 – Screenshot of the "Embedded Coder Support Package for Texas Instruments C2000 Processors"

### 2. Installation of the Package :

- Click on 'Install' to start the installation of the package.
- Accept various prompts that appear on the screen to continue with the installation. A page showing the progress of the installation will open.

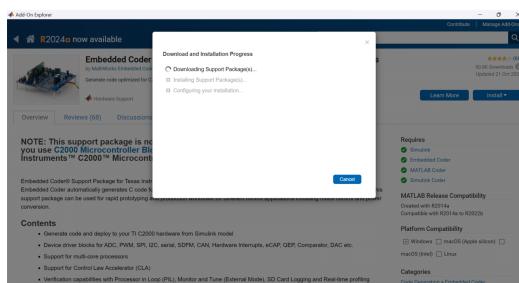


FIGURE 3 – Progress of the Embedded Coder package installation.

### 3. Package Configuration :

- Once the installation is complete, click on 'Set Up Now'.

Written by : CHERIF Enzo

5

FIGURE 15 – Page 5 du TP 2

## Analyse des Résultats

Cette installation des divers logiciels et add-ons nécessaires a permis de vérifier que chaque participant disposait d'un environnement fonctionnel avec lequel il pourrait suivre les futurs TPs. Des vérifications systématiques étaient prévues dans ce TP pour éviter que le participant soit perdu ou fasse des erreurs (voir figure 15) .

## Leçons Apprises et Application Future

Ce TP a permis aux participants d'installer correctement les logiciels demandés et ainsi de vérifier que tout était fait correctement. Il n'y a pas vraiment de leçons apprises durant ce TP, car son but n'était pas celui-ci. Il visait plutôt à garantir que les participants peuvent aborder des tâches plus complexes avec confiance.

### 3.2.3 TP3 : Contrôle PWM avec la TI F28335

Le troisième travail pratique portait sur la maîtrise du contrôle de la Modulation de Largeur d'Impulsion (PWM) via la carte TI F28335. Pour cela, les participants se concentraient sur l'installation, la configuration, et la manipulation pratique des signaux PWM pour des applications de contrôle numérique et de traitement de signal. C'est le premier TP où les participants peuvent vraiment pratiquer, et le but est de leur faire acquérir une compréhension à la fois théorique et pratique des bases du contrôle PWM.

## Résultats Obtenus

Dans les TP précédents, les participants ont installé MATLAB et Simulink ainsi que les packages nécessaires. Pour ce TP, ils ont pu générer et observer des signaux PWM via la carte et MATLAB, et utilisé un oscilloscope

pour ajuster ces signaux de manière précise. Voici un exemple de courbe qui était demandé de réaliser durant le TP (voir figure 16).

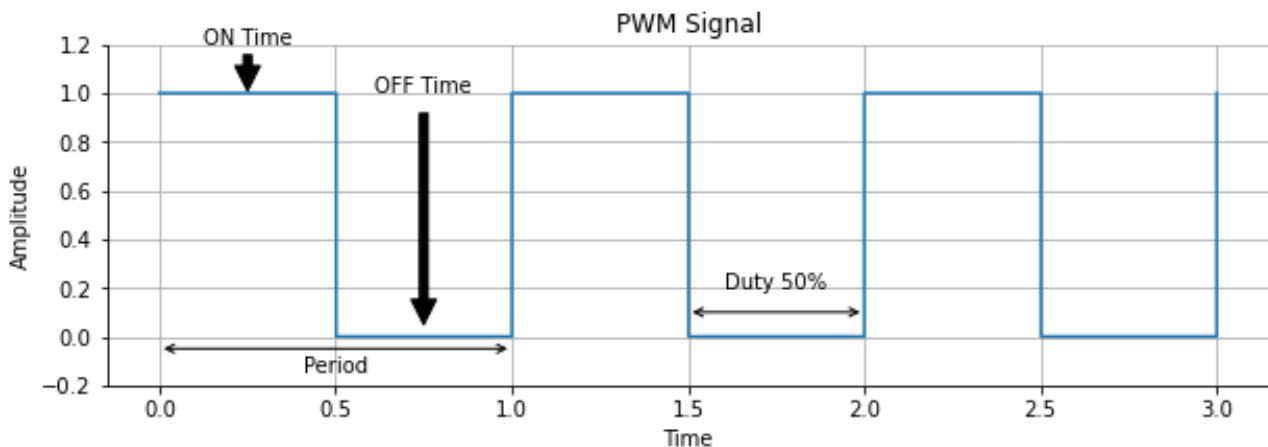


FIGURE 16 – Illustration d'un signal PWM avec un duty cycle de 50%, montrant clairement  $T_{on}$  et  $T_{off}$  pour une période de  $T = 1$  cycle d'horloge (courbe Python).

## Analyse des Résultats

Les participants ont pu acquérir des compétences théoriques sur le contrôle du PWM et par la suite, appliquer ces compétences dans la pratique. Les défis rencontrés lors de cette étude, tels que l'ajustement des paramètres de PWM et la synchronisation des signaux, ont été résolus grâce à des itérations successives et des ajustements basés sur l'observation directe des résultats.

## Formules et Calculs Clés

Durant ce TP, les participants ont pu élargir leurs compétences techniques. En effet, savoir gérer un signal PWM nécessite de comprendre les formules qui régissent ce dernier.

- **Calcul du Période du Timer (T-Board) :**

$$T_{\text{Board}} = \frac{\text{Main Clock Frequency}}{f_s} \quad (1)$$

Où  $f_s$  est la fréquence de commutation désirée. Par exemple, pour un  $f_s$  de 10 kHz et une fréquence d'horloge principale de 150 MHz :

$$T_{\text{Board}} = \frac{150,000,000}{10,000} = 15,000 \text{ cycles d'horloge} \quad (2)$$

- **Calcul du Cycle de Travail (Duty Cycle) :**

$$T_{\text{ON}} = D \times T_{\text{Board}} \quad (3)$$

Où  $D$  est le rapport cyclique (duty cycle) exprimé en pourcentage. Pour un cycle de travail de 20

$$T_{\text{ON}} = 0.2 \times 15,000 = 3,000 \text{ cycles d'horloge} \quad (4)$$

## Exploration et Ajustement des Signaux PWM

Pour aller plus loin, les participants étaient invités à manipuler les différents paramètres variables tels que la fréquence, le duty cycle, entre autres. De plus, dans ce TP, la manipulation des signaux PWM1A et PWM1B a été réalisée pour explorer différentes configurations de phase et d'amplitude. En jouant avec tous ces paramètres, les participants ont pu comprendre comment ils affectaient les performances du système. Par exemple :

- **Configuration des Signaux Complémentaires (Deadband Polarity) :** L'utilisation des options de polarité Deadband pour séparer temporellement les signaux PWM1A et PWM1B afin d'éviter des courts-circuits dans les applications de contrôle moteur. Cela montre comment ajuster la phase et l'amplitude des signaux pour assurer un fonctionnement sûr et efficace.

## Leçons Apprises et Application Future

Tout au long de ce TP, les participants ont acquis des compétences essentielles pour le développement de systèmes embarqués. La notion de PWM est fondamentale, utilisée dans une multitude de domaines. Cette connaissance acquise permet alors aux participants de comprendre comment les ajustements de paramètres influencent directement les performances des dispositifs.

Ce TP a renforcé non seulement l'aspect théorique mais aussi la pratique, et cela de manière autonome tout en les guidant sur la carte TI F28335.

### 3.2.4 TP4 : Contrôle du Rapport Cyclique via PWM sur la TI F28335

Le quatrième TP se focalise sur l'ajustement dynamique du rapport cyclique des signaux de modulation de largeur d'impulsion (PWM) en utilisant la carte TI F28335. Pour ce faire, les participants utilisent un potentiomètre pour moduler la largeur d'impulsion (voir figure 17). Ainsi, l'objectif principal de cette manipulation est de comprendre le signal PWM en ajustant le rapport cyclique en temps réel. Savoir moduler ce signal est crucial dans de nombreuses applications électroniques et de contrôle.

#### Objectifs Spécifiques

- **Manipulation pratique du rapport cyclique** : Utiliser un potentiomètre connecté à un convertisseur analogique-numérique (ADC) pour ajuster le rapport cyclique du signal PWM en temps réel.
- **Application en simulation et en temps réel** : Intégrer les concepts théoriques avec la pratique en utilisant des outils de simulation comme MATLAB/Simulink pour modéliser le comportement du signal PWM avec différentes valeurs de rapport cyclique.

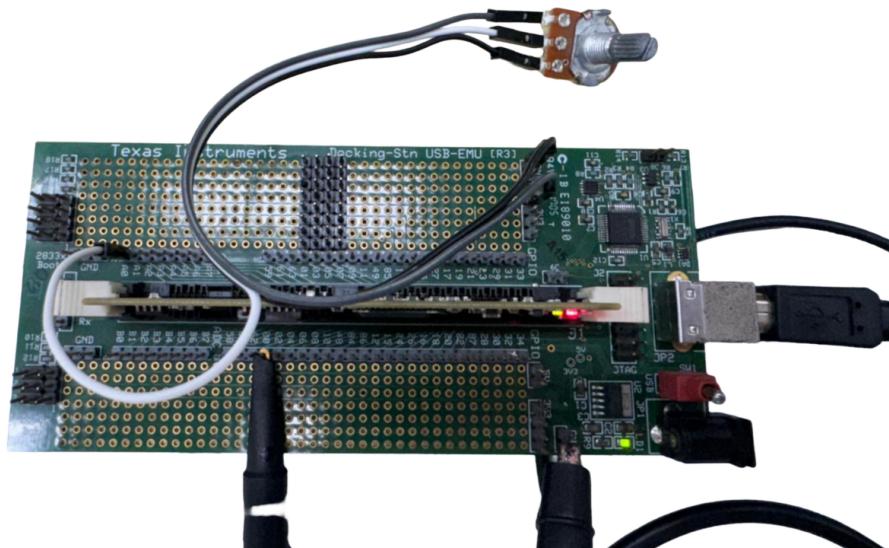


FIGURE 17 – Carte TI TF28335 avec le Potentiomètre

#### Résultats Obtenus

Les étudiants ont réussi à :

- Configurer et programmer la carte pour générer des signaux PWM ajustables.
- Observer directement comment les changements dans le rapport cyclique affectent les sorties du système.

#### Analyse des Résultats

Les participants ont pu voir dans ce TP comment changer le rapport cyclique du PWM de façon dynamique, en observant comment les ajustements influencent les performances et la puissance délivrées au dispositif contrôlé. Les défis lors de ce TP ont été la calibration précise du signal et la réponse en temps réel aux ajustements rapides du potentiomètre. Ces défis ont permis une meilleure compréhension de la relation entre les entrées analogiques et les sorties numériques dans les systèmes embarqués.

## Formules et Calculs Clés

- **Formule de Calcul du Rapport Cyclique :**

$$\text{Duty Cycle}(\%) = \left( \frac{T_{\text{ON}}}{T} \right) \times 100 \quad (5)$$

où  $T_{\text{ON}}$  est le temps pendant lequel le signal est à l'état haut et  $T$  est la période totale du cycle.

- **Formule du Gain :** Le gain nécessaire pour transformer la sortie de l'ADC en un rapport cyclique approprié est calculé comme suit :

$$\text{Gain} = \frac{\text{Plage Max du Rapport Cyclique}}{\text{Valeur Max de l'ADC}} \quad (6)$$

Pour un ADC de 12 bits avec une valeur maximale de sortie de 4095 (puisque l'ADC peut produire des valeurs de 0 à 4095), et un rapport cyclique variant de 0% à 100%, la formule du gain devient :

$$\text{Gain} = \frac{100\%}{4095} \quad (7)$$

Cela signifie que chaque unité d'augmentation dans la valeur de l'ADC augmentera le rapport cyclique de :

$$\frac{100}{4095} \approx 0.0244\% \quad (8)$$

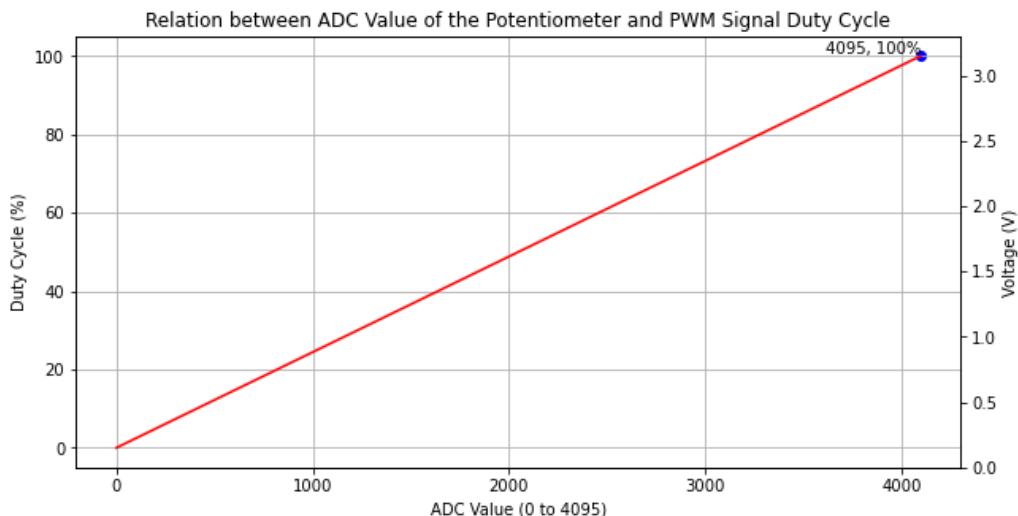


FIGURE 18 – Relation entre la valeur ADC du potentiomètre et le rapport cyclique du signal PWM (courbe Python)

## Leçons Apprises et Application Future

Ce TP a non seulement ajouté aux bases techniques des participants, la notion de modulation en temps réel de l'impulsion, mais aussi amélioré leur capacité à contrôler et optimiser les systèmes électroniques dans des contextes pratiques. Les participants sont désormais familiarisés avec la PWM. De plus, à la fin du TP, des questions théoriques et pratiques étaient placées pour attester de la compréhension complète des participants lors de l'étude.

### 3.2.5 TP5 : Mesure de Tension et de Courant avec les Transducteurs LV 25-P et LA 55-P

Le TP 5 a été fait de telle manière à fournir une compréhension approfondie des transducteurs de tension LV 25-P et de courant LA 55-P. Ces deux dispositifs sont cruciaux dans les systèmes embarqués. Ils sont utilisés dans la mesure précise des grandeurs électriques dans divers contextes industriels. Le but premier de ce TP est d'enseigner aux étudiants la théorie sur ces transducteurs, en détaillant leurs principes de fonctionnement, leurs datasheets, et de comprendre la théorie derrière les calculs nécessaires pour leur utilisation optimale.

## Activités Réalisées

- **Introduction aux Transducteurs :** Présentation des transducteurs LV 25-P et LA 55-P, en soulignant leur rôle et leur importance dans les systèmes embarquées.
- **Principes de Fonctionnement :**
  - **LV 25-P :** Exploration du mécanisme de mesure de tension.
  - **LA 55-P :** Discussion sur la mesure de courant basée sur l'effet Hall.
- **Examen des Datasheets :** Analyse détaillée des fiches techniques pour comprendre les caractéristiques spécifiques, les gammes de mesure, la précision, et les configurations requises.

## Résultats Obtenus

Les étudiants ont acquis une compréhension claire :

- Des spécifications techniques et des configurations des transducteurs.
- De la manière dont ces dispositifs convertissent les grandeurs physiques en signaux électriques mesurables et utilisables.

## Analyse des Résultats

Cette session a permis aux étudiants de lier la théorie à la pratique en visualisant comment les données de la datasheet se traduisent en performances dans des applications réelles. Les discussions en classe ont aidé à clarifier les aspects complexes des spécifications et des applications des transducteurs.

## Théorie des Calculs

- **Calculs pour LV 25-P :**

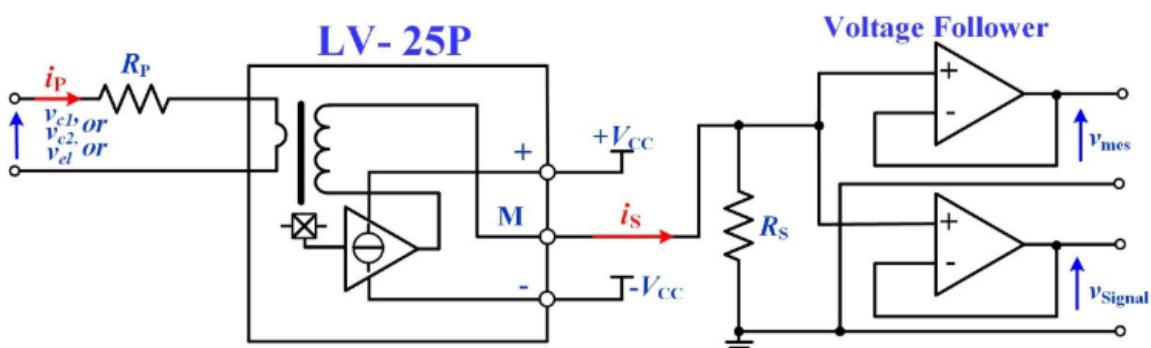


FIGURE 19 – schéma électrique du transducteur Lv 25-P

$$R_p = \frac{V_{c1} \text{ ou } V_{c2} \text{ ou } V_{el}}{I_p} \quad (9)$$

où :

- $R_p$  est la résistance primaire.
- $V_{c1}$  ou  $V_{c2}$  ou  $V_{el}$  est la tension maximale à mesurer.
- $I_p$  est le courant nominal primaire.

$$R_S = \frac{V_{Signal}}{I_S} \quad (10)$$

où :

- $V_{Signal}$  est la tension de sortie désirée.
- $I_S$  est le courant nominal secondaire.

- **Calculs pour LA 55-P :**

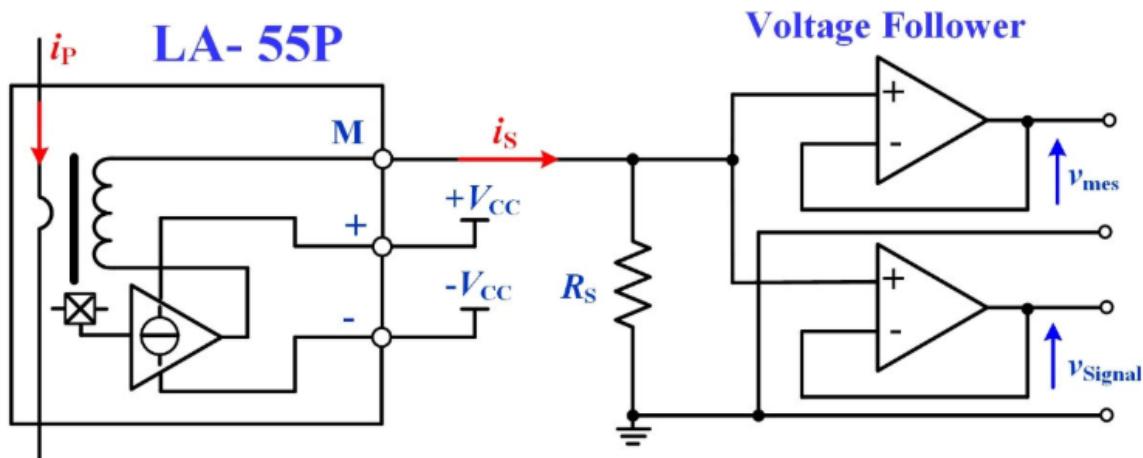


FIGURE 20 – Schéma électrique du transducteur LA-55P

$$V_{Signal} = \left( \frac{N_P}{N_S} \right) \times I_P \times R_M \quad (11)$$

où :

- $N_P/N_S$  est le ratio du transducteur aussi appellée constante de Hall
- $B$  est le champ magnétique créé par le courant principal.
- $I_0$  est le courant à travers le conducteur.

### Leçons Apprises et Application Future

Les étudiants ont non seulement consolidé leurs connaissances théoriques sur les transducteurs mais ont également développé une capacité à interpréter et à utiliser les datasheets pour sélectionner et configurer correctement ces dispositifs pour diverses applications. Ces compétences sont essentielles pour tout ingénieur travaillant avec des systèmes de mesure électrique et garantiront que les mesures prises sont à la fois précises et fiables, un élément crucial pour le contrôle de qualité et la maintenance préventive dans les environnements industriels.

En conclusion, ce TP a préparé les étudiants à appliquer efficacement leur savoir-faire technique dans leurs futures carrières, avec une compréhension approfondie des transducteurs et de leur application dans le monde réel.

#### 3.2.6 TP6 : Précision des Mesures de Tension avec le Transducteur LV 25-P

Ce TP est la suite logique du précédent où nous avons utilisé deux transducteurs, le LA-55P et le LV 25-P. Ce TP se concentre sur ce dernier, en mettant l'accent sur la mesure précise de la tension. Le but est d'appliquer la théorie apprise dans le TP précédent dans un contexte pratique, de vérifier les équations de calcul par des mesures expérimentales, et de développer des compétences de mesure et d'analyse.

#### Activités Réalisées

1. **Théorie** : Rappel de la théorie et des différentes formules liées au LV 25-P.
2. **Montage du Circuit** : Configuration d'un circuit pour tester le transducteur dans diverses conditions de tension.
3. **Calibration** : Calibration des instruments de mesure pour garantir l'exactitude des données.

#### Résultats Obtenus

Lors du TP, les participants ont réussi à mesurer avec précision des tensions à l'aide du transducteur LV 25-P. Ils ont pu constater la conversion que réalise ce transducteur, des hautes tensions vers des tensions plus basses et donc utilisables. Ils ont aussi pu vérifier l'exactitude de leurs mesures obtenues en les comparant avec les valeurs théoriques attendues. Les multimètres et les oscilloscopes étaient les outils de mesure utilisés pour attester de l'exactitude des résultats. Ainsi, les participants ont pu manier ces équipements. Voici, par exemple, un type de résultats obtenus lors de ce TP :

$V_{in}$ (V)	Théoretical $V_{mes} = \frac{V_{in}}{166.67}$ (V)	Measured $V_{mes}$ (V)	Deviation (%)
10	$\frac{10}{166.67} \approx 0.06$	0.05	$((0.06 - 0.05)/0.06) \times 100 \approx 16.67\%$
20	$\frac{20}{166.67} \approx 0.12$	0.09	$((0.12 - 0.09)/0.12) \times 100 \approx 25.00\%$
50	$\frac{50}{166.67} \approx 0.30$	0.27	$((0.30 - 0.27)/0.30) \times 100 \approx 10.00\%$

## Analyse des Résultats

Les mesures effectuées ont été analysées et se sont révélées plutôt cohérentes avec les attentes théoriques. Cependant, des écarts existaient, dus d'une part aux imprécisions des instruments de mesure ou à des erreurs de calibration. Les discussions en classe ont permis de résoudre ces écarts et d'améliorer la compréhension des processus de mesure.

## Leçons Apprises et Application Future

Les différentes compétences acquises lors de ce TP sont essentielles. En effet, la mesure de la tension est fondamentale dans la surveillance de circuits électroniques. Les participants ont pu apprendre à manipuler des équipements de mesure tels que le multimètre et l'oscilloscope, mais aussi à interpréter des données de manière critique. Ils ont pu appliquer leurs connaissances théoriques et les confronter à la réalité. Ces compétences seront bien plus qu'utiles pour les projets futurs.

### 3.2.7 TP7 : Exploration des Convertisseurs DC-DC : Boost et Buck

Ce TP numéro 7 se concentre sur un équipement électronique très important dans les applications modernes de l'électricité de puissance. Ici, en particulier, le TP s'intéresse aux convertisseurs DC-DC de types Boost et Buck. L'objectif est de comprendre non seulement les formules de base qui régissent ces convertisseurs, mais aussi de comprendre leurs limites dans la pratique en analysant les différents facteurs qui pourraient affecter leurs performances.

## Activités Réalisées

- Étude Théorique et Pratique :** Les participants ont été invités à revoir les différentes formules liées à la tension de sortie des convertisseurs. Ils ont pu confronter ces résultats avec différentes valeurs de duty cycle.
- Configuration des Circuits :** Les différents composants des circuits Boost et Buck ont été soigneusement décrits et analysés. Cela inclut les inducteurs, les interrupteurs, les diodes, les condensateurs, et les résistances de charge.
- Analyse des États ON et OFF :** Les participants ont pu comprendre en établissant les équations différentielles pour chaque circuit, et cela dans les états ON et OFF.

## Résultats Obtenus

Les étudiants ont observé directement comment les cycles de travail influencent la tension de sortie et ont identifié des déviations par rapport aux prédictions théoriques, dues aux imperfections des composants et aux pertes inhérentes au système. Ils ont également pu déterminer le comportement dynamique interne de chaque circuit.

## Formules et Calculs Clés

**Convertisseur Boost :**

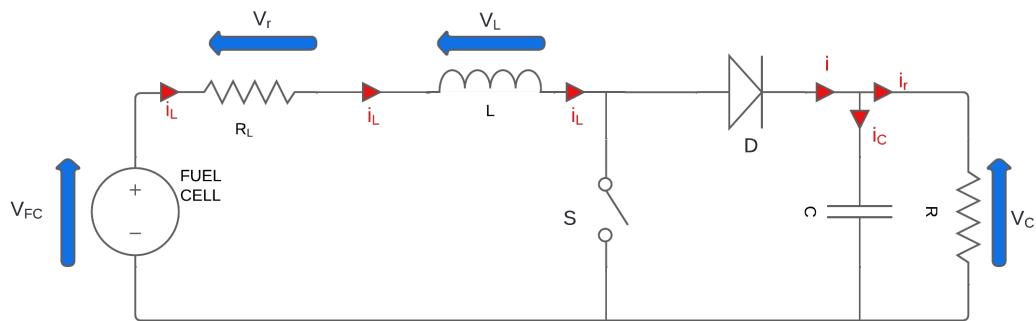


FIGURE 21 – Schéma du circuit Boost

- Tension de sortie :

$$V_{\text{out}} = \frac{V_{\text{in}}}{1 - D} \quad (12)$$

où  $D$  est le rapport cyclique du signal PWM.

- Équations Différentielles :

- Équation du Courant de l'Inducteur pour l'État ON ( $i_L$ ) :

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_{FC} - i_L R_L}{L} \quad (13)$$

- Équation de la Tension du Condensateur pour l'État ON ( $v_C$ ) :

$$\frac{dV_C}{dt} = -\frac{i_R}{C} \quad (14)$$

- Équation du Courant de l'Inducteur pour l'État OFF ( $i_L$ ) :

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_{FC} - i_L R_L - V_C}{L} \quad (15)$$

- Équation de la Tension du Condensateur pour l'État OFF ( $V_C$ ) :

$$\frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L - i_R}{C} \quad (16)$$

#### Convertisseur Buck :

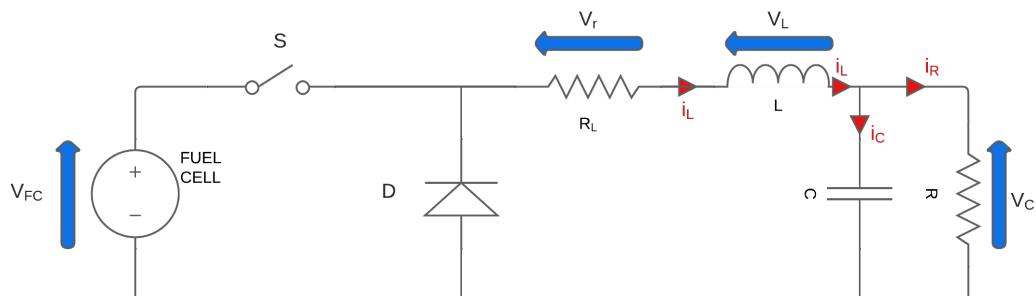


FIGURE 22 – Schéma du circuit Buck

- Tension de sortie :

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \times D \quad (17)$$

où  $D$  est également le rapport cyclique du signal PWM.

— Équations Différentielles :

— Équation du Courant de l'Inducteur pour l'État ON ( $i_L$ ) :

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_{FC} - i_L R_L - V_c}{L} \quad (18)$$

— Équation de la Tension du Condensateur pour l'État ON ( $V_C$ ) :

$$\frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L - i_R}{C} \quad (19)$$

— Équation du Courant de l'Inducteur pour l'État OFF ( $i_L$ ) :

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{-i_L R_L - V_c}{L} \quad (20)$$

— Équation de la Tension du Condensateur pour l'État OFF ( $V_C$ ) :

$$\frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L - i_R}{C} \quad (21)$$

## Analyse des Résultats

Durant ce TP, les participants ont pu constater l'importance de bien choisir les composants et de concevoir minutieusement les circuits pour minimiser les pertes. Toutefois, ils ont pu établir, grâce aux différentes lois électroniques, le comportement de chaque circuit dans ses différents états.

## Leçons Apprises et Application Future

Les étudiants ont acquis une compréhension d'une nouvelle notion sur les convertisseurs DC-DC. Cette notion leur permettra de :

- Concevoir des systèmes qui nécessitent une manipulation précise de la tension.
- Comprendre les différentes limites de ces circuits et leur performance.

Pour finir, ce TP a permis aux participants d'enrichir leurs compétences techniques en leur fournissant les outils nécessaires pour naviguer entre la théorie et la pratique, tout en développant leur sens critique. La compréhension des circuits Boost et Buck est essentielle dans le développement de technologies innovantes et efficaces.

### 3.2.8 TP8 : Approfondissement du Convertisseur Boost et Tests Pratiques

Ce TP s'inscrit dans la continuité du convertisseur Boost commencé dans le TP précédent, avec une attention particulière sur la mise en pratique et l'optimisation de ce type de convertisseur. L'objectif de ce TP est donc de revoir les bases théoriques de l'étude précédente, tout en décrivant en détail la configuration matérielle utilisée, et de réaliser des tests sur le circuit Boost afin de comparer les résultats théoriques avec les performances réelles du circuit.

## Activités Réalisées

- **Révision Théorique** : Brève récapitulation des concepts clés du convertisseur Boost abordés précédemment, y compris les équations fondamentales et le principe de fonctionnement.
- **Présentation du Matériel** :
  - **Générateur de Fonctions** : Utilisation et avantages par rapport à d'autres options pour générer le signal PWM nécessaire au contrôle du convertisseur.
  - **Composants du Circuit** : Description détaillée des composants utilisés, notamment :
    - **MOSFET IRF740** : Spécifications et fonctionnement dans le circuit.
    - **Diode SF54** : Spécifications et fonctionnement dans le circuit.
    - **Pont H TPL250** : Spécifications et fonctionnement dans le circuit.
    - **Condensateur, Bobine, Résistance de Charge** : Fonction et importance dans le montage du circuit Boost.

- **Montage du Circuit :** Instructions détaillées pour assembler et connecter le circuit Boost, étape par étape. Comme le montre l'image ci-dessous.

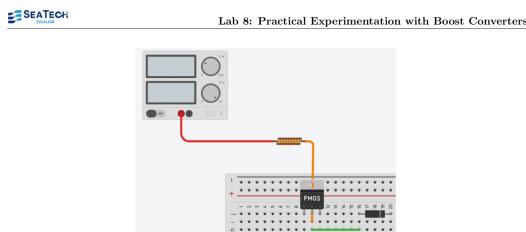


Figure 14: Connecting the inductor to the MOSFET and to the diode in a Boost circuit.

3. Configuring the Diode and Capacitor:

- **Diode to Capacitor:** Connect the output of the diode to the input of the capacitor.
- **Capacitor to Load Resistances:** Connect the output of the capacitor to the load resistances.

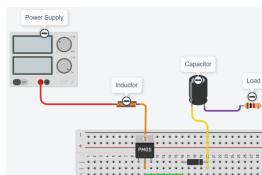


Figure 15: Connecting the output of the diode to the capacitor, and from there to the load resistances in the Boost circuit.

4. Completing the Circuit:

- **Return to the MOSFET:** Connect the Source (S) pin of the MOSFET directly to the negative terminal of the Power Supply.
- **Ground Return:** The output from the load resistances should also be connected to the negative terminal of the Power Supply to complete the circuit.

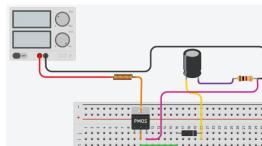


Figure 16: Final connection of the Boost circuit, including the return of the Source pin of the MOSFET and the load resistances to the negative terminal of the Power Supply.

Written by : CHERIF Enzo

12

### FIGURE 23 – Page 12 du TP8

## Résultats Obtenus

Les étudiants ont pu monter par eux-mêmes leur propre circuit Boost en suivant étape par étape les instructions de montage. Ils ont ensuite utilisé le circuit Boost pour réaliser des mesures de tension en sortie avec différentes valeurs de tension d'entrée et de duty cycle.

## Analyse des Résultats

Durant le TP, les participants ont été amenés à réaliser plusieurs mesures. Voici l'un des exemples de mesures réalisées au cours de l'étude :

- **Configuration des Tests :** Mise en place du circuit pour mesurer la sortie à un cycle de travail de 50%, avec une alimentation de 10V.



FIGURE 24 – Mesure avec une résistance de charge de 150  $\Omega$

FIGURE 25 – Mesure avec une résistance de charge de 92  $\Omega$

- Observations et Tests :** Les mesures effectuées ont montré une sortie de tension de 18.79V pour une résistance de charge de 150 et de 18.37V pour une résistance de charge de 92, inférieures aux 20V théoriques attendus, illustrant les pertes inhérentes et les limitations pratiques du circuit (voir figures 24 et 25).

Les participants ont ainsi pu vérifier la formule établie lors du TP précédent :

$$V_{\text{out}} = \frac{V_{\text{in}}}{1 - D} \quad (22)$$

Ils ont observé des écarts entre la pratique et la théorie et ont justifié ces écarts.

### Leçons Apprises et Application Future

Les étudiants ont pu appliquer leurs connaissances théoriques sur le circuit et ainsi acquérir une expérience pratique. Les participants ont appris à évaluer les écarts entre la théorie et la pratique des convertisseurs DC-DC dans différentes conditions. La compréhension du circuit Boost s'est enrichie. Les participants possèdent désormais les outils pour parfaitement appréhender ce circuit et peuvent naviguer dans les diverses applications de la conversion d'énergie.

### 3.2.9 TP9 : Approfondissement du Convertisseur Buck et Tests Pratiques

Le TP 9 est le complément du TP 8, lors duquel nous nous sommes intéressés au circuit Boost. Ce TP, quant à lui, se focalise sur le circuit Buck à travers des expérimentations pratiques. L'objectif est de maîtriser et de comprendre ces convertisseurs DC-DC dans des conditions réelles.

### Activités Réalisées

- Révision des Concepts :** Revue des principes de base des convertisseurs Buck, y compris l'importance du cycle de travail et son impact sur la tension de sortie.
- Montage du Circuit :** Assemblage d'un circuit Buck, en suivant des instructions détaillées pour configurer correctement les composants clés comme le MOSFET IRF740, la diode SF54, et le point de connexion TLP250. Un point d'honneur a été mis sur les détails pour que les participants puissent assembler le circuit sans encombre.
- Expérimentation Pratique :** Configuration du générateur de fonctions pour générer un signal PWM et ajustement du cycle de travail pour atteindre la tension de sortie désirée. Un générateur de fonctions a été utilisé pour le signal du PWM, comme dans le TP précédent, pour sa précision et ainsi éviter les erreurs.

### Résultats Obtenus

Les étudiants ont pu monter par eux-mêmes un circuit Buck et réaliser des tests pour observer les effets des modifications du duty cycle ou de la tension d'entrée. Ils ont alors mesuré des tensions de sortie avec différents paramètres d'entrée, notant les divergences entre les résultats attendus et les observations réelles.

## Analyse des Résultats

- Montage et Connexion du Circuit** : Instructions détaillées pour assembler le circuit Buck ont été suivies, avec une attention particulière portée à la sécurité et à la vérification des connexions.
- Gestion de l'Alimentation** : Utilisation de deux sources d'alimentation pour éviter les interférences et optimiser la performance du circuit.

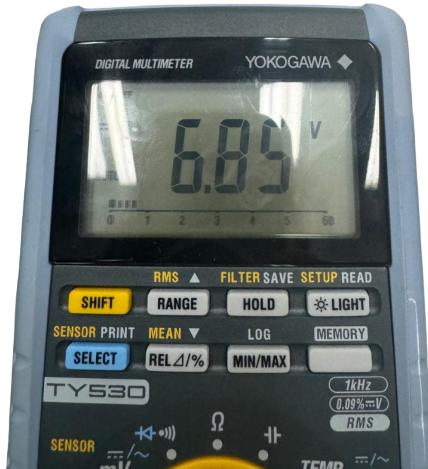


FIGURE 26 – Mesure avec une résistance de charge de 150  $\Omega$

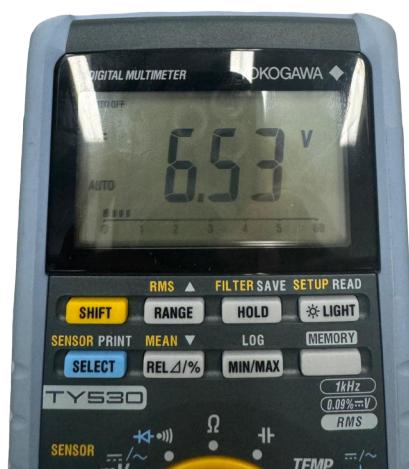


FIGURE 27 – Mesure avec une résistance de charge de 92  $\Omega$

- Tests et Observations** : Les tests ont montré que les tensions de sortie étaient inférieures aux attentes théoriques, avec des mesures spécifiques de 6.85V pour une résistance de charge de 150 $\Omega$  et 6.53V pour une résistance de charge de 92 $\Omega$ (voir figures 26 et 27).

## Formules et Calculs Clés

### Formule du Convertisseur Buck :

$$V_{\text{out}} = D \times V_{\text{in}} \quad (23)$$

où  $D$  représente le cycle de travail du signal PWM.

Les participants ont ainsi pu vérifier la formule établie lors du TP précédent et observé les différents écarts entre la pratique et la théorie, en les justifiant.

## Leçons Apprises et Application Future

Ce TP a permis aux étudiants de confronter leur compétence théorique sur le circuit buck à la pratique et de développer des compétences dans l'ajustement précis des paramètres pour améliorer les performances du circuit. Les différentes notions acquises lors de ce TP incluent :

- L'importance de la précision dans la configuration des composants et des signaux de commande.
- La nécessité d'une analyse approfondie pour aligner les résultats pratiques avec les prédictions théoriques.

### 3.2.10 TP10 : Expérimentation Pratique avec les Convertisseurs Boost

Dans les précédents TPs, nous avons pu voir les différents convertisseurs DC-DC, Boost et Buck, en nous intéressant à savoir comment ils réagissaient en fonction du duty cycle et de la tension d'entrée. Pour gérer le duty cycle, nous utilisions un générateur de fonctions pour sa précision et pour ne pas surcharger les TPs. Mais maintenant que les notions sont maîtrisées, nous pouvons nous-mêmes gérer notre propre PWM généré par la carte Texas Instruments TF28335. En effet, dans les TPs 3 et 4, nous avons vu comment faire. Ce TP est donc une sorte de synthèse de tous les TPs, visant à évaluer les performances du convertisseur Boost en utilisant la carte Texas Instruments TF28335 pour générer des signaux PWM. L'objectif est de démontrer la capacité de la carte à moduler avec précision le signal PWM et d'analyser son impact sur la tension de sortie du circuit Boost.

## Activités Réalisées

- Configuration du Circuit** : Installation et configuration de la carte TI pour remplacer un générateur de fonctions traditionnel.

- **Expérimentation Pratique :** Utilisation de MATLAB et Simulink pour programmer la carte TI, générer des signaux PWM, et contrôler dynamiquement le cycle de travail via un potentiomètre.

## Résultats Obtenus

Lors de ce TP, les participants ont réalisé deux phases de tests. La première phase consistait à réaliser les mesures avec des paramètres PWM fixes, en justifiant les possibles écarts entre la pratique et la théorie. La seconde phase consistait toujours à réaliser des mesures, mais cette fois-ci avec un PWM dynamique, c'est-à-dire géré via un potentiomètre. Les étudiants devaient tout d'abord retrouver le duty cycle correspondant par l'intermédiaire de l'oscilloscope, et ensuite faire les mesures de la tension de sortie. Les résultats obtenus montrent bien que les ajustements du duty cycle influencent directement la tension de sortie.

## Analyse des Résultats

- **Mesures et Observations :** Compilation des données sur les variations de la tension de sortie en réponse aux changements dans les paramètres PWM.
- **Contrôle Dynamique :** Tests avec un potentiomètre pour ajuster le cycle de travail en temps réel, en mesurant l'effet immédiat sur la tension de sortie.

Avec les différentes mesures, que ce soit en contrôle fixe ou dynamique, les participants ont vérifié l'équation de la tension de sortie liée au circuit Boost :

$$V_{\text{out}} = \frac{V_{\text{in}}}{1 - D} \quad (24)$$

où  $D$  est le rapport cyclique, choisi sur MATLAB, ou alors mesuré précisément à l'aide d'un oscilloscope. Les participants ont pu trouver des solutions sur leurs erreurs de mesure mais aussi expliquer les écarts entre la pratique et la théorie.

## Leçons Apprises et Application Future

Ce TP a permis de vérifier que les notions acquises dans l'ensemble des précédents TP sont maîtrisées, et désormais les participants peuvent valider la fonctionnalité et la précision de la carte TI TF28335 dans le contrôle des convertisseurs Boost. Les étudiants ont acquis bien plus qu'une compétence ; ils sont désormais capables de combiner leurs différents savoirs acquis. En passant par la programmation et l'assemblage, les participants ont réussi à créer un véritable circuit Boost pour mener à bien l'étude. De plus, ce TP avait pour but de leur demander d'expliquer leurs erreurs et leurs écarts, ce qui a renforcé leur esprit critique envers leur travail.

### 3.2.11 TP11 : Expérimentation Pratique avec les Convertisseurs Buck

Après avoir maîtrisé le contrôle du convertisseur Boost dans le TP précédent, ce TP se concentre sur l'application des mêmes principes de modulation de largeur d'impulsion (PWM) à un circuit Buck. L'objectif est d'exploiter la carte Texas Instruments TF28335 pour ajuster finement le circuit Buck, en affinant les compétences des étudiants dans la gestion de PWM pour les convertisseurs DC-DC.

## Activités Réalisées

- **Configuration du Circuit Buck :** Installation et configuration du circuit Buck en utilisant la carte TI, similaire aux procédures du TP précédent mais adaptées aux spécificités du circuit Buck.
- **Expérimentation avec Contrôle Dynamique :** Utilisation de techniques avancées de contrôle PWM pour moduler la tension de sortie du circuit Buck, en mettant l'accent sur la précision et la réactivité du système.

## Résultats Obtenus

Lors de ce TP, comme lors du précédent, les participants ont dû gérer leur signal PWM de deux manières. La première consistait à avoir un contrôle fixe du signal et, une fois validé, ils pouvaient passer à un contrôle dynamique. Les participants ont réalisé des mesures des deux manières de générer le signal PWM. Toutefois, ils devaient retrouver la valeur du rapport cyclique par l'intermédiaire de l'oscilloscope.

## Analyse des Résultats

- **Contrôle Fixe et Mesures** : Les participants devaient imposer une valeur pour le rapport cyclique et relever la valeur de la tension de sortie du circuit Buck.
- **Contrôle Dynamique et Mesures** : Les participants devaient d'abord retrouver la valeur du rapport cyclique tout en relevant la tension de sortie du circuit Buck.

Avec les différentes mesures effectuées, les participants ont pu valider l'équation de la tension de sortie pour un circuit Buck :

$$V_{\text{out}} = D \times V_{\text{in}} \quad (25)$$

où  $D$  est le rapport cyclique, choisi sur MATLAB, ou alors mesuré précisément à l'aide d'un oscilloscope.

Certes, les participants ont relevé des écarts entre la pratique et la théorie, mais ils ont fourni une justification détaillée de ces écarts.

## Leçons Apprises et Application Future

Ce TP vient réunir toutes les compétences que les participants ont pu acquérir lors des TP précédents. En effet, lors de ce TP, ils ont dû utiliser la carte TI TF28335 en la programmant, tout en assemblant un circuit Buck à côté pour pouvoir comprendre le phénomène de ce convertisseur DC-DC. Cela leur a permis de consolider toutes leurs compétences acquises précédemment tout en en acquérant de nouvelles. Les participants ont dû remettre en question leurs mesures à tout instant, soit en expliquant leurs erreurs, soit en justifiant les écarts. Notamment, l'une des justifications attendues lors de ce TP concernait la précision du matériel utilisé, comme le condensateur. Les participants ont dû consulter la datasheet de ce dernier pour justifier leur écart, par exemple. Désormais, avec les deux derniers TP, les étudiants savent manipuler aussi bien le circuit Boost que le Buck de n'importe quelle manière. Ils savent très bien les utiliser, mais aussi générer leur propre signal conçu par eux-mêmes via la carte TI TF28335. Ces compétences sont cruciales pour le développement de solutions énergétiques intégrées, permettant une régulation précise dans divers contextes industriels et commerciaux.

### 3.3 Développement de Supports pour Travaux Pratiques

#### 3.3.1 Crédit des Travaux Pratiques

La création de travaux pratiques pour les étudiants du laboratoire, ou même pour d'autres personnes, a été une composante essentielle de mon stage, intégrant à la fois des compétences techniques et, nouveauté pour moi, pédagogiques. Le processus pour l'élaboration des TPs suivait à peu près toujours la même logique. Je commençais par une clarification des objectifs avec mon superviseur, qui définissait les tâches et les résultats attendus pour chaque TP. Ensuite, je suivais ces étapes :

- **Conception des TPs** : Une fois les directives reçues, je concevais un TP intégrant les concepts théoriques ainsi qu'une ou plusieurs applications pratiques. Dans cette démarche de création de TP, je testais moi-même l'étude, afin de m'assurer de sa faisabilité et de son adéquation avec les objectifs pédagogiques.
- **Validation Théorique et Pratique** : Je concevais chaque TP de telle sorte à valider la théorie par des expériences pratiques. Je demandais dans le TP de comprendre et d'expliquer les écarts entre la théorie et la pratique. Cela me permettait d'être sûr que les concepts abordés étaient bien compris.
- **Rédaction Bilingue** : Je rédigeais les TP tout d'abord en français pour m'assurer d'une bonne rédaction et pour pouvoir bien organiser la logique de l'étude. Étant en Thaïlande, les supports étaient ensuite traduits en anglais. Cette double rédaction garantissait la clarté et l'accessibilité des guides tant pour mon tuteur que pour un public international.

#### 3.3.2 Feedback et Révisions

Le processus de feedback était crucial dans l'amélioration continue des supports de TP. Mon superviseur, après avoir lu les TPs, me fournissait des retours réguliers, ce qui permettait de réviser régulièrement les versions des TPs.

- **Cycle de Feedback** : Les retours se faisaient généralement une semaine ou deux après la création d'un TP. Ces retours ciblaient essentiellement la pertinence des contenus et de leur clarté.
- **Ajustements Basés sur le Feedback** : Les retouches pouvaient inclure la simplification de certaines sections théoriques ou, au contraire, leur approfondissement, ainsi que des ajustements des objectifs pédagogiques pour mieux cibler les besoins des étudiants du laboratoire.

- **Traduction et Validation :** Après révision en français, les guides étaient à nouveau traduits en anglais, permettant une nouvelle couche de révision et d'adaptation, afin d'assurer que les traductions reflétaient fidèlement les instructions et les informations techniques.

Ces efforts dans la création et la révision des guides pratiques ont été non seulement bénéfiques pour le laboratoire en améliorant la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage, mais ils ont aussi renforcé mes compétences techniques et développé de nouvelles capacités en tant que développeur de contenu pédagogique. J'ai ainsi pu répondre dynamiquement aux exigences éducatives et culturelles d'un environnement international.

### 3.4 Cours Dispensés

#### 3.4.1 Développement et Animation

Pendant mon stage, j'ai eu la chance d'animer des sortes de mini-cours pour un petit groupe de quatre étudiants thaïlandais, qui étaient sous la tutelle de mon superviseur de stage. Nous partagions la même salle par moments, et cette proximité quotidienne a grandement facilité les interactions.

**Contexte des Cours :** Les cours se déroulaient dans une salle où il n'y avait que notre petit groupe. Cette configuration d'un groupe restreint, dans notre propre salle, permettait de créer une atmosphère détendue. De plus, la relation n'était pas celle d'élève-professeur, mais plutôt une relation amicale propice aux échanges. Ceci encourageait les étudiants à me poser des questions librement et à travailler sans préoccupations.



FIGURE 28 – Cours dispensé à Thai French Innovation Institute(TFII) sur les convertisseurs Boost et Buck.

**Contenu des Cours :** Le contenu des cours était tout simplement les supports de TP que j'avais développés. Les étudiants disposaient donc du document et pouvaient évoluer de façon autonome. Je restais disponible pour les aider à résoudre tout problème technique ou pour expliquer des points théoriques non compris. J'enseignais aussi un autre style de cours, celui-ci plus théorique, où je me tenais au tableau et devais animer un cours pendant une heure. Le cours portait essentiellement sur les concepts abordés lors des travaux pratiques.

#### 3.4.2 Impact et Réception

Le nombre de ces sessions de cours qu'il soit magistral ou pratique était limité, en raison de mon avancement sur mon travail et de la redaction des différents supports de TP, mais aussi des engagements des étudiants sur d'autres activités, notamment leur projet de fin d'études, mais cela n'a pas empêché d'avoir un impact significatif.

Certes, le nombre de sessions a été limité à 2-3 en raison des engagements des étudiants sur d'autres activités, notamment leur projet de fin d'études, mais cela n'a pas empêché d'avoir un impact significatif.

**Feedback des Participants :** Rien de plus gratifiant que de voir que les supports de TP établis pouvaient déjà servir et de constater leur bon déroulement. Je pouvais attester de la logique que j'avais voulu transmettre,

et que le savoir technique était transmis sans encombre. C'était un véritable plaisir de voir les étudiants réussir à manier la carte TI TF28335.

**Communication en Anglais :** Étant donné que les étudiants étaient thaïlandais, leurs questions et mes explications se faisaient en anglais. Tenir un cours en anglais pendant une heure était une nouveauté pour moi à tous égards. Je n'avais jamais animé ne serait-ce qu'un discours ou un cours pendant une heure, et encore moins en anglais. Cela m'a permis d'améliorer mes compétences linguistiques mais aussi de mieux comprendre les différences culturelles.

### 3.5 Rencontre avec Monsieur Matthieu Peyraud et la Délégation du Ministère des Affaires Étrangères

#### 3.5.1 Présentation du Travail au Ministre

Le 29 mai 2024, le Thai French Institute Innovation (TFII) a eu l'honneur de recevoir la visite d'une délégation du Ministère des Affaires Étrangères de France. Le Professeur Dr. Somrerk Chandra-ambhorn, Vice-Président pour la Recherche et le Développement des Technologies de l'Information, et l'Asst. Prof. Dr. Pornsak Srisungsinthisunti, Directeur de TFII, ont accueilli M. Matthieu Peyraud, Directeur de la Diplomatie Culturelle, Éducative, Scientifique et de l'Enseignement Supérieur, qui dirigeait la délégation.



FIGURE 29 – Rencontre entre le Professeur Dr. Somrerk Chandra-ambhorn, M. Matthieu Peyraud, et la délégation du Ministère des Affaires Étrangères de France au TFII.

Au cours de la visite, la délégation a pu voir toutes les infrastructures présentées dans les parties précédentes, comme le Centre d'Excellence TFII-Schneider Electric dans les systèmes électriques, électroniques et d'automatisation.

Durant cette visite, j'ai eu l'opportunité de présenter mes travaux sur la carte et les transducteurs devant M. Peyraud et les membres de la délégation. Bien que n'étant à TFII que depuis un mois, cette rencontre a été une occasion précieuse de mettre en lumière le début de mes recherches et d'expliquer mon rôle au sein de l'institut. Lors de ma présentation, j'ai détaillé les différents objectifs de mes projets, en particulier mon travail sur la carte TI TF28335. La discussion a également porté sur mon parcours, mes motivations et ma vision pour mon avenir.

#### 3.5.2 Impact de la Rencontre

En plus de ma présentation, j'ai pu discuter directement avec M. Peyraud. Cette discussion a été particulièrement enrichissante, abordant non seulement les aspects techniques de mon travail mais aussi les différences culturelles et institutionnelles entre la France et la Thaïlande dans le domaine de la recherche. Nous avons observé comment ici, en Thaïlande, la recherche est orientée vers des applications directes dans l'industrie, un point contrastant avec certaines approches académiques en France. Cette orientation leur permet donc de trouver des investisseurs directs qui trouvent leur intérêt immédiat.

Cette conversation a permis de mettre en lumière les opportunités uniques offertes par TFII mais également de souligner l'importance de ma présence en tant qu'étudiant ingénieur dans un environnement de recherche axé sur l'application pratique. Discuter avec une personne aussi haut placée m'a permis de comprendre l'importance stratégique de mes travaux et de réfléchir, grâce aux précieux conseils donnés, à comment envisager mes futures contributions en tant qu'ingénieur.

## 3.6 Optimisation de la Gestion de l'Énergie pour Véhicules Électriques Solaires

### 3.6.1 Problématique de la Gestion de l'Énergie Solaire

Les véhicules électriques équipés de panneaux solaires font face à un problème majeur : la variation de l'énergie des panneaux solaires liée aux conditions météorologiques. En effet, la météo influence les panneaux, et un ciel dégagé ou un ciel nuageux ne produiront pas la même puissance électrique. Cette fluctuation significative de la tension générée par les panneaux solaires entraîne donc un problème. Comment gérer efficacement ces fluctuations d'énergie dans la voiture électrique ?

Le système électrique qui relie les panneaux solaires au reste des équipements électriques de la voiture fonctionne de la manière suivante : un bus sert d'intermédiaire entre les panneaux solaires, le moteur électrique, et la batterie de la voiture. Ce composant électrique, nommé bus, est un ensemble de conducteurs (lignes ou fils) qui transportent des signaux électriques entre différentes parties d'un circuit, permettant ainsi l'échange de puissance entre les composants électroniques. Pour fonctionner correctement, le bus a besoin de recevoir constamment 300V. La tension délivrée par les panneaux solaires varie entre 50V et 150V, ce qui n'est pas suffisant pour le bus. Un circuit Boost fait la connexion entre les panneaux solaires et le bus. La présence de ce circuit Boost répond aux exigences de tension du bus. De plus, une batterie d'environ 100V est connectée au bus via un circuit Buck/Boost, un circuit qui peut adopter les propriétés soit du Buck, soit du Boost.

Pour assurer une bonne surveillance et ainsi maintenir une régulation précise de cette tension, des transducteurs sont placés pour mesurer avec exactitude la tension produite par les panneaux solaires. Avec cette mesure précise, il est alors possible d'ajuster dynamiquement la tension, comme vu dans les différents TP, à l'aide d'un potentiomètre qui permet de modifier le duty cycle des circuits Buck et Boost. Évidemment, dans un système tel qu'une voiture, la modulation du potentiomètre se fait de manière automatique à l'aide d'un programme.

### 3.6.2 Solutions Développées Durant le Stage

L'ajustement dynamique du duty cycle des circuits Boost et Buck est acteur clé de cette gestion de l'énergie. Ce contrôle permet d'optimiser la tension de sortie en fonction des conditions d'ensoleillement qui varient sans cesse tout en répondant aussi aux exigences de la voiture.

- **En Conditions de Basse Énergie :** Dans des conditions de faible ensoleillement, les tensions délivrées par les panneaux solaires sont augmentées par le circuit Boost. Cependant, cette augmentation de la tension ne suffit pas pour répondre aux besoins du véhicule. Ainsi, nous faisons appel à la batterie de la voiture pour compléter l'énergie restante. Cette batterie, disposant d'une tension de 100V, doit donc être adaptée en diminuant la tension via le circuit Buck. Ainsi, le bus est correctement alimenté et peut transmettre l'énergie électrique au moteur de la voiture.
- **En Conditions de Haute Énergie :** Dans des conditions idéales avec un fort ensoleillement, les panneaux solaires produisent au maximum de leur capacité, et le circuit Boost augmente encore leur puissance. Ainsi, le bus est correctement alimenté ainsi que le moteur, mais il est possible qu'il y ait un excédent d'énergie. Il serait donc intéressant que cet excédent ne soit pas perdu et soit réinjecté directement dans la batterie. Cet excédent passe donc dans un circuit Boost pour augmenter sa tension et permettre de charger la batterie.

### 3.6.3 Implications et Applications Futures

Pour les prochaines études, il serait donc intéressant de se pencher davantage sur la manière d'implémenter concrètement le système dans une véritable voiture. Durant mon stage, il m'était demandé d'étudier tous les composants et circuits, et de savoir manier la carte TI TF28335, à quoi j'ai su répondre en fournissant des documents techniques de qualité. Pour continuer ce travail et aller plus loin, les prochaines étapes consisteraient donc à réfléchir à comment implémenter l'ensemble et à examiner plus en détail le fonctionnement des bus.

### 3.7 Défis Techniques et Solutions

#### 3.7.1 Problèmes Rencontrés

Pendant mon stage, il m'est arrivé à plusieurs reprises d'être confronté à des défis techniques qui ont nécessité une compréhension approfondie et une approche méthodique pour être résolus. Les principaux problèmes techniques rencontrés ont été :

- **Calibration des Transducteurs LV 25-P et LA 55-P** : Les différentes phases d'applications sur ces transducteurs dans des mesures précises de tension et de courant présentait des difficultés. En effet ces transducteurs sont assez sensibles et nécessitent une calibration exacte pour obtenir des résultats fiables.
- **Programmation de la Carte TI F28335** : La configuration et la programmation de la carte TI F28335 pour générer des signaux PWM n'étaient pas aisées. Cela impliquait une compréhension détaillée de l'architecture de la carte ainsi que de l'utilisation et de la compatibilité des logiciels.
- **Stabilité des Convertisseurs DC-DC** : Les convertisseurs Boost et Buck nécessitaient une vigilance accrue lors de leur assemblage, car de nombreux problèmes de stabilité, notamment avec des charges variables, affectaient la fiabilité des expériences menées.
- **Intégration des Systèmes** : L'intégration de différents composants électroniques dans un système mène parfois à des complications d'interférence et de compatibilité, nécessitant une vérification rigoureuse.
- **Communication Inter-Culturelle** : Le stage se déroulait dans un contexte international, certaines instructions et documentations techniques devaient être clairement traduites et adaptées pour un public non francophone, ici en l'occurrence en anglais, ce qui posait des défis supplémentaires en termes de clarté et d'exactitude.

#### 3.7.2 Résolution des Problèmes

Face aux défis techniques rencontrés durant mon stage, diverses stratégies ont été adoptées pour trouver des solutions efficaces et améliorer continuellement les processus et résultats des projets. Voici comment chaque problème a été abordé et résolu :

- **Calibration des Transducteurs LV 25-P et LA 55-P** :
  - **Utilisation d'Équipements de Mesure de Précision** : J'ai employé des voltmètres et des ampèremètres lors de mes mesures pour effectuer une double vérification des mesures et ainsi calibrer correctement les transducteurs.
  - **Consultation de Documentation Technique** : Les données constructeurs ont été passées en revue pour comprendre de manière complète le fonctionnement et les exigences de calibration des transducteurs.
- **Programmation de la Carte TI F28335** :
  - **Formation Spécifique sur la Carte TI** : Des sessions de formation dédiées à la programmation de microcontrôleurs TI ont été suivies pour maîtriser les aspects techniques de la carte.
  - **Utilisation de la bonne version** : Pour effectuer les différentes tâches sur la carte, nous avons utilisé le logiciel MATLAB, mais uniquement les versions antérieures à 2022 fonctionnaient.
- **Stabilité des Convertisseurs DC-DC** :
  - **Assemblage minime** : Une attention particulière était requise lors de l'assemblage du circuit pour éviter toute source d'erreur.
  - **Tests Répétitifs** : La réalisation de nombreux tests était effectuée plusieurs fois, en testant non pas tout le circuit mais des parties spécifiques, afin de veiller à son bon fonctionnement et de trouver plus facilement les erreurs éventuelles.
- **Intégration des Systèmes** :
  - **Revue Technique avec le superviseur** : Collaboration avec le superviseur pour examiner les conceptions et apporter des modifications basées sur ses recommandations.
- **Communication Inter-Culturelle** :
  - **Traduction et Validation** : Les supports de TPs ont été traduits en anglais. La traduction de certains termes techniques pouvait poser des problèmes, mais la révision par le superviseur garantissait leur précision et leur clarté.

Ces défis techniques m'ont non seulement permis de me surpasser d'un point de vue technique, mais ont aussi enrichi mon expérience globale, renforçant ma capacité à trouver des solutions aux problèmes et améliorant ma qualité relationnelle lors de discussions sur d'éventuelles solutions venues de l'extérieur.

## 4 Compétences Acquises

### 4.1 Compétences Techniques

Lors de mon stage, j'ai acquis et perfectionné des compétences techniques, ce qui m'a permis d'avoir une compréhension plus approfondie des systèmes électroniques complexes.

#### 4.1.1 Programmation sur MATLAB et Simulink

J'ai pu renforcer cette compétence au cours de mon stage. C'est une compétence que j'ai développée dans mon cursus d'ingénieur, notamment à SeaTech. Ici à TFII, j'ai pu approfondir cette maîtrise en utilisant des outils tels que MATLAB et Simulink pour programmer sur la carte Texas Instruments TF28335. J'ai notamment développé des modèles et des scripts pour optimiser ou même automatiser certaines tâches sur la carte.

#### 4.1.2 Manipulation de Transducteurs

Notion toute nouvelle pour moi, j'ai acquis une expérience pratique avec les transducteurs LV 25-P et LA 55-P. La compréhension de ces outils électroniques s'est faite en apprenant à les configurer et à les utiliser pour des mesures précises dans diverses applications. J'ai alors pu comprendre toute leur spécificité et leur fonctionnement technique.

#### 4.1.3 Utilisation de Convertisseurs Buck et Boost

Les circuits Buck et Boost étaient inconnus pour moi auparavant. Je connaissais les différents composants qui forment ces circuits mais je ne les avais jamais utilisés. Cette nouvelle notion m'a donc permis d'exploiter mon savoir en électronique efficacement. En effet, pour avoir une compréhension totale de ces circuits, j'ai dû utiliser les formules fondamentales de l'électronique et résoudre des équations différentielles afin de comprendre la théorie sous-jacente. Par la suite, j'ai pu appliquer toute cette théorie dans la pratique pour bien comprendre les principes de conversion d'énergie de manière efficace. Cette compétence est essentielle dans le domaine de l'électronique de puissance.

#### 4.1.4 Contrôle de Potentiomètre via Microcontrôleur

Il est essentiel de savoir rendre un système automatique mais aussi de le rendre accessible par l'utilisateur. Ajuster les paramètres en temps réel via une application qui sert d'interface utilisateur est une compétence essentielle. Ici l'interface utilisateur était de contrôler un signal PWM par le potentiomètre via la carte TI. Donc lors de mon stage j'ai acquis cette compétence qui est une aptitude pratique essentielle pour l'ajustement précis des paramètres en temps réel.

#### 4.1.5 Diagnostic et Résolution de Problèmes Techniques

Ma capacité à diagnostiquer et résoudre des problèmes techniques a été renforcée lors de mon stage. Pour ce faire, j'ai utilisé des outils tels que des oscilloscopes et des multimètres pour mesurer et analyser les sources potentielles d'erreur.

#### 4.1.6 Création et Interprétation de Schémas Électroniques

Durant mon stage, j'ai pu améliorer ma compétence en termes de lecture mais aussi de création de schémas électroniques, compétences essentielles dans mon cursus d'ingénieur à Seatech dans la filière SYSMER. Notamment, toutes les illustrations étaient réalisées par mes soins à l'aide de logiciels comme Lucidchart pour les schémas électroniques, ou même Python pour générer des courbes.

#### 4.1.7 Manipulation d'Équipements de Haute Technologie

J'ai eu la chance, pendant mon stage, de manipuler des instruments de haute technologie auxquels je n'étais pas habitué, tels qu'un générateur de fonctions et des gate drivers, comme le TPL250, pour le test et la validation de circuits. Ces instruments nouveaux m'ont permis d'acquérir de nouvelles compétences dans le domaine de l'électronique.

## 4.2 Compétences Organisationnelles

Hormis les compétences techniques et organisationnelles, qui sont assurément des bases essentielles pour la vie professionnelle, d'autres compétences plus personnelles sont tout aussi utiles. Lors de mon stage, j'ai pu renforcer quotidiennement des compétences interpersonnelles.

#### 4.2.1 Rédaction de Supports Techniques

Une des tâches principales qui m'étaient confiées était de rédiger des supports techniques pour les travaux techniques. Ce travail m'a permis de développer mes qualités en termes de rédaction de documents techniques, compétence utile dans le monde du travail où nous devons sans cesse produire des rapports pour attester de notre bon travail. Cette compétence est donc un véritable avantage pour moi, car j'ai pu développer pas moins de onze documents techniques d'au moins dix pages chacun.

#### 4.2.2 Recherche et Documentation

Pour assurer une certaine exactitude des supports et des cours, il m'était souvent nécessaire de consulter les datasheets des différents constructeurs. Cette compétence de savoir analyser et rechercher des informations dans un document technique est cruciale pour un ingénieur, mais aussi pour démontrer la véracité des résultats obtenus.

#### 4.2.3 Adaptabilité aux Feedbacks

Lors de l'élaboration des supports techniques, il était courant que je reçoive un retour me demandant de modifier certaines parties. J'ai donc appris à être réceptif et adaptable aux critiques et suggestions. Il est important de savoir prendre du recul sur son travail et de répondre correctement aux exigences demandées. Ainsi, je pouvais garantir que les travaux pratiques correspondaient bien aux attentes de l'Institut.

#### 4.2.4 Planification et Exécution de Cours

J'ai pu développer une toute nouvelle compétence pour moi : planifier et exécuter des sessions éducatives. J'ai dû organiser des cours d'une durée d'une heure de A à Z. Cela comprenait la préparation du contenu, la structuration de la présentation comme des slides, la gestion du temps et la capacité à adapter les séances en fonction des besoins.

#### 4.2.5 Gestion des Travaux Pratiques

Lors de mon stage, j'ai été chargé d'organiser des séances de TP. Cela nécessitait une véritable planification pour m'assurer que tous les équipements nécessaires à la réalisation du TP étaient présents. De plus, je devais animer les séances mais aussi répondre aux différentes questions qui pouvaient survenir de la part des étudiants.

### 4.3 Compétences Interpersonnelles

Hormis les compétences techniques et organisationnelles, qui sont assurément des bases essentielles pour la vie professionnelle, d'autres compétences plus personnelles sont tout aussi utiles. Lors de mon stage, j'ai pu renforcer quotidiennement des compétences interpersonnelles.

#### 4.3.1 Communication Multiculturelle

J'ai pu travailler au Thai French Innovation Institute dans un environnement multiculturel. Cette expérience m'a permis de renforcer mes compétences en communication, tant simples qu'interculturelles. Le fait d'avoir des interactions quotidiennes en anglais avec mes collègues et des étudiants thaïlandais a affiné ma capacité à communiquer clairement et efficacement dans une langue seconde, tout en tenant compte des nuances culturelles.

#### 4.3.2 Collaboration et Travail d'Équipe

J'ai développé des relations de travail solides avec les étudiants, les collègues et les superviseurs. Collaborer sur divers projets et activités m'a appris à valoriser les contributions de chacun, à résoudre les conflits de manière constructive, et à travailler efficacement au sein d'une équipe.

#### 4.3.3 Adaptabilité et Flexibilité

S'adapter à un nouvel environnement de travail, à de nouvelles routines et à différentes méthodes de travail était essentiel. J'ai appris à être flexible dans mes méthodes et approches, ajustant rapidement mes stratégies en réponse aux changements ou aux défis imprévus.

#### 4.3.4 Écoute Active et Empathie

Comprendre et répondre aux besoins des étudiants et des collègues a été crucial. J'ai cultivé une écoute active pour mieux comprendre les perspectives des autres, ce qui a amélioré les interactions et augmenté la productivité de l'équipe.

#### 4.3.5 Respect et Courtoisie

J'ai veillé pendant tout mon stage à garder un haut niveau de respect et de courtoisie, point crucial dans le monde du travail, et d'autant plus en Thaïlande où le respect est essentiel. Malgré la barrière linguistique, et des cultures différentes, j'ai développé des relations amicales et respectueuses avec mes collègues, ce qui a été souvent souligné par eux. Cette approche a non seulement facilité une collaboration mais a aussi grandement enrichi mon expérience interculturelle.

### 5 Bilan et perspectives

#### 5.1 Bilan personnel

Mon stage au Thai French Innovation Institute a été une période de réussites pour moi. D'un point de vue personnel, c'était une période extrêmement enrichissante où j'ai pu acquérir de nouvelles compétences et approfondir mes connaissances en électronique et en programmation.

L'une des expériences les plus valorisantes a été de rédiger des supports de travaux pratiques et d'enseigner. Certes, cela était tout nouveau pour moi, mais je pouvais voir mon travail être utile pour d'autres personnes et être utile à mon tour en transmettant mon savoir directement. Cette expérience positive a été rendue possible grâce à la bienveillance de mon superviseur de stage, ainsi que des 4-5 étudiants attentifs et curieux durant le stage. Les moments passés avec eux ont été plaisants et cela m'a permis de développer une relation plus personnelle et d'avoir des discussions significatives sur le travail mais aussi sur la vie courante.

Cette bienveillance m'a donc poussé à bien faire mon travail, et j'ai pu acquérir de nouvelles compétences techniques, comme je l'ai mentionné, mais j'ai également eu l'opportunité d'améliorer ma maîtrise de l'anglais. Le fait de réaliser des tâches et d'avoir des discussions en anglais a été extrêmement bénéfique pour moi.

J'ai profondément apprécié mon stage qui m'a apporté sur bien des plans, j'ai rencontré des personnes formidables et acquis des compétences qui ont renforcé mon désir de continuer dans ce domaine.

#### 5.2 Bilan professionnel

Sur le plan professionnel, le stage a été un succès total. En effet en discutant avec mon superviseur tous les objectifs établis au début du stage ont été atteints avec succès.

- **Validation des Jalons :** J'ai réussi à élaborer des supports de travaux pratiques qui avaient une double vocation. La première était de démontrer mon avancement dans l'apprentissage de la carte pour le projet, mais aussi de servir à l'Institut pour les futurs étudiants ou professionnels suivant un parcours similaire.
- **Contribution au Projet de l'Institut :** Mon travail durant mon stage s'inscrit dans la lignée des nombreux projets que mène l'institut sur les véhicules électriques et sur la gestion de l'énergie. J'ai donc pu progresser sur le projet de gestion d'énergie dans une voiture électrique utilisant la carte Texas Instruments TF28335. Le travail a été couronné de succès, aboutissant à un contrôle complet de la gestion de l'énergie. Il ne reste plus qu'à intégrer les éléments dans le véhicule, menant ainsi à une future étude.



FIGURE 30 – Remise du certificat de fin de stage des mains du directeur de l'institut, Monsieur Pornsak, en présence de mon superviseur Burin Yodwong et de deux autres collègues de l'institut.

De plus, à la fin du stage pour témoigner de mon bon travail et que recherche ont bien été menée avec succès. J'ai eu l'honneur de recevoir un certificat de fin de stage des mains du directeur de l'institut, Monsieur Pornsak, une reconnaissance marquante de mes contributions et de mon dévouement(voir figure 30).

### 5.3 Perspectives futures

Ce stage m'a permis de découvrir plein de nouvelle facette qui ont considérablement changé mes perspectives de carrière et mes aspirations professionnelles.

- **Intérêt Renforcé pour l'Électronique et la Programmation :** Durant le stage, j'ai pu voir à quel point il était gratifiant de coder en électronique, car il y a une application directe dans le monde réel. Ceci a profondément renforcé mon intérêt pour ce domaine.
- **Aspirations Internationales :** Mon séjour à l'étranger m'a ouvert les yeux sur les bénéfices d'une expérience internationale, tant au plan linguistique, technique que personnel. En effet, j'ai rarement voyagé dans ma vie ; d'ailleurs, pendant ce stage, c'était la première fois que je prenais l'avion. Je n'avais donc pas envisagé tous les bénéfices que cette expérience internationale pourrait m'apporter. Cela m'encourage à envisager ma future vie professionnelle à l'étranger et, pourquoi pas, à faire mon stage de fin d'études dans un autre pays.
- **Réflexion sur la Carrière d'Enseignant :** Cette expérience était entièrement nouvelle pour moi, et j'ai grandement apprécié l'opportunité offerte par l'institut. Je pense que cela m'a énormément apporté, et bien que l'expérience se soit déroulée à merveille, je ne souhaite pas pour autant poursuivre une carrière d'enseignant à l'avenir.

## 6 Conclusion

Le présent rapport de stage a exploré les différents aspects de mon expérience au Thai French Innovation Institute. Nous avons vu l'environnement de travail, les projets réalisés lors de ce stage, les compétences acquises ainsi que les défis rencontrés et les perspectives pour le futur.

### Contributions et Apprentissages :

Durant mon stage, j'ai élaboré une série de supports de travaux pratiques destinés à un public étudiant, ce qui m'a également permis de renforcer mes compétences techniques en électronique et en programmation. J'ai aussi pu développer des compétences pédagogiques, nouvelles pour moi. Les défis techniques rencontrés ont nourri mon apprentissage en me poussant à poser les bonnes questions et à trouver les solutions adéquates. J'ai pu développer des approches systématiques pour savoir diagnostiquer et résoudre des problèmes complexes.

### Environnement de l'Institut :

Une présentation détaillée a été passée en revue lors de ce rapport de stage, mettant en lumière son rôle clé dans l'éducation en Thaïlande, ainsi que ses objectifs ambitieux en termes d'innovation et de collaboration

internationale. Les infrastructures dont dispose l'institut ont été décrites, illustrant sa volonté de promouvoir la formation et la recherche en ingénierie.

#### **Expériences Pratiques :**

Les projets réalisés lors de ce stage ont été mis en avant dans le rapport, témoignant de mon travail sur les différents composants, tels que les transducteurs et les convertisseurs, soulignant mon implication dans le projet. Ce dernier consistait à gérer l'énergie électrique fournie par les panneaux solaires dans une voiture électrique via la carte de commande Texas Instruments TF28335. Les projets réalisés témoignent donc de mon avancement dans le projet et servaient aussi de supports pour les travaux pratiques des élèves de l'institut.

#### **Développement Personnel et Professionnel :**

Le bilan personnel et professionnel a été abordé dans le rapport, soulignant une expérience positive, marquée par l'acquisition croissante de nombreuses compétences. J'ai apprécié les interactions avec un groupe restreint d'étudiants, ainsi que les sessions de cours que j'ai pu donner. Ces expériences ont été non seulement positives, mais m'ont aussi permis de développer mes aptitudes en communication dans un environnement multiculturel.

#### **Perspectives Futures :**

Les compétences acquises lors de ce stage m'encouragent à poursuivre ma voie dans le domaine de l'électronique, où je me plais et commence à acquérir une certaine expertise précieuse pour ma future carrière d'ingénieur. Le contexte international du stage m'a également ouvert à des opportunités internationales pour un travail futur, offrant de nombreux bénéfices tant professionnels que personnels.

En conclusion, ce stage a été pour moi une véritable opportunité pour confirmer mon intérêt pour le domaine de l'électronique, mais aussi une étape déterminante dans mon parcours académique et professionnel. Il a enrichi mon expérience, élargi mes horizons en confirmant mes envies et en créant de nouvelles. Je suis convaincu que les compétences acquises lors de ce stage me serviront dans ma future carrière d'ingénieur.

## **7 Annexes**

### **7.1 Liste des supports de Travaux Pratiques**

#### **7.1.1 Lab 1**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 1

#### **7.1.2 Lab 2**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 2

#### **7.1.3 Lab 3**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 3

#### **7.1.4 Lab 4**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 4

#### **7.1.5 Lab 5**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 5

#### **7.1.6 Lab 6**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 6

#### **7.1.7 Lab 7**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 7

#### **7.1.8 Lab 8**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 8

#### **7.1.9 Lab 9**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 9

**7.1.10 Lab 10**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 10

**7.1.11 Lab 11**

Cliquez ici pour télécharger le PDF du Lab 11

**7.2 Fiche tuteur entreprise et Fiche d'évaluation étudiant**

Cette fiche est à remplir par le tuteur entreprise et doit être retournée avant le 19 aout à [sre@seatech.fr](mailto:sre@seatech.fr)

Organisme d'accueil : Thaï-French Innovation Institute, KMUTNB  
 Etudiant : Mr. Enzo cherif  
 Sujet du stage : Programming for Modern Microcontrollers

#### Evaluation : développement des compétences

La grille d'évaluation est en cohérence avec le référentiel de compétences de la formation. Les 6 compétences se développent au cours des trois années de la formation. Merci d'évaluer le stagiaire selon les différents critères.

#### Références pour la cotation

(A) Excellent	Au-delà des attentes (au-delà des étudiants du même niveau)
(B) Adéquat	Répond aux attentes (dans la norme des étudiants du même niveau)
(C) Insuffisant	Ne répond pas aux attentes (en deçà des étudiants du même niveau)
(N) Non applicable	Critère non évaluables dans le contexte du stage

Compétence	Critère	Eval	Commentaire
Concevoir des solutions d'ingénierie	Analyser le besoin	A	The intern identified and analyzed the specifications of microcontroller board (TI F28335).
	Répondre au besoin	A	The intern successfully responded to the project's requirement.
	Utiliser les outils appropriés	A	The intern used Matlab program, which is appropriate for development program.
	Documenter ses choix et ses sources	A	The document on this intern is available and support their programing.
Mettre en œuvre des solutions	Analyser et améliorer une solution existante	A	The intern identified areas for analysis to optimization of the system.
	Proposer une solution nouvelle	A	The intern proposed new programming solution that addressed specific challenges.
	Utiliser les principes de l'amélioration continue	A	—
	Rédiger un document scientifique et technique d'appui	A	—
Développer une démarche R&D	Réaliser une veille technologique / un état de l'art	A	The intern conducted thorough up-to-date with the latest advancements in microcontroller programming.
	Formuler des hypothèses	A	The intern formulated hypotheses related to optimizing microcontroller performance.
	Proposer une démarche expérimentale, un protocole ou un modèle	A	The intern proposed a well-structured experimental approach and protocol.
	Adopter une démarche d'innovation	A	The intern adopted an innovative approach by exploring unconventional programming methods.

NB : Dans le but d'alléger la lecture du document, le genre masculin est utilisé sans discrimination pour le genre masculin et féminin.

Piloter des projets d'ingénierie	S'insérer dans ou conduire une ou plusieurs étapes d'un projet	A	The intern demonstrated leadership in managing critical tasks of the microcontroller programming.
	Prendre en compte la gestion globale des organisations ou les règles de fonctionnement, économiques ou juridiques	A	—
	Utiliser les outils de gestion de projet et outils collaboratifs	A	—
	Identifier ou mobiliser les ressources appropriées	A	—
Encadrer une équipe	S'insérer et collaborer	A	Mr. Enzo Cherif worked together with the gradient very well.
	Travailler en équipe pluridisciplinaire et/ou internationale	A	—
	Assurer une responsabilité d'animation	A	—
	Communiquer (écrit et oral) de manière adaptée	A	Mr. Enzo Cherif communicated in English very well with the team, es well as excellent report.
Agir en professionnel responsable	Prendre en compte les enjeux éthiques et sociaux (RSE, DD, RGPD, ...)	A	—
	Assumer la responsabilité de ses actes et décision	A	—
	Porter un regard critique sur le sens de l'activité conduite	A	—
	Être dans une dynamique d'apprentissage	A	—

Appréciation globale du stagiaire et recommandations en vue d'occuper un poste d'ingénieur (il est recommandé de discuter de cette évaluation avec le stagiaire)

Si vous avez détecté des qualités personnelles chez le stagiaire telles que sa capacité à surmonter des difficultés, à accepter les critiques, à exprimer des points de vue de manière argumentée, ou tout autre aspect vous pouvez le noter ici dans son intérêt.

This intern is focusing on programming for modern microcontrollers, specifically the Texas Instrument TI 28335 board, which will be useful in the power electronic field in the near future. Mr. Enzo Cherif shown exceptional dedication and skill throughout the internship, particularly in the areas of problem-solving and adaptability. I strongly believe that this internship will provide great value to Mr. Enzo Cherif in terms of technical proficiency and a strong commitment to continuous learning.

Date, cachet de l'entreprise, nom et signature du tuteur de l'organisme d'accueil

16/8/2024

Berling Odun



KMITL

NB : Dans le but d'alléger la lecture du document, le genre masculin est utilisé sans discrimination pour le genre masculin et féminin.

# Fiche d'évaluation étudiant

**Ce document est à insérer dans le rapport. Le rapport est à fournir pour le 19 aout dernier délai.**

Organisme d'accueil :TFII

Sujet du stage :

Programmation pour  
microcontrôleurs  
modernes

Evaluation qualitative du stage	I	S	B	E	N	Commentaires
<b>Qualité de l'entreprise</b>						
L'entreprise offre-t-elle un contexte propice à une carrière d'ingénieur ?				E		L'Institut a offert un cadre propice au développement de compétences en ingénierie, bien qu'elle ne connaissait pas spécifiquement mon école auparavant. J'ai dû fournir des détails sur mon école, mais ils savaient qu'elle faisait partie des INP. Tous les moyens nécessaires, y compris des ressources techniques et documentaires, étaient à ma disposition, permettant une réalisation efficace de mes missions de stage.
L'entreprise connaît elle l'école (accueil de stagiaire, embauche, relations autres...) ?			B			
L'entreprise a-t-elle mis à votre disposition les moyens nécessaires pour réaliser votre mission (documents, éléments d'information, matériels) ?				E		
<b>Qualité de la missions</b>						
Vos missions étaient-elles en rapport avec votre formation ?				E		Mes missions étaient directement en rapport avec ma formation en ingénierie, alignées sur les objectifs initialement définis. J'ai pu appliquer et approfondir mes connaissances techniques tout au long du stage, réalisant les tâches prévues dans la description de mon poste.
Les missions effectuées étaient-elles bien celles définies au départ ?				E		
<b>Qualité de l'encadrement</b>						
Votre tuteur organisme d'accueil a-t-il pris le temps de vous présenter le fonctionnement de la structure et l'équipe ?				E		Mon tuteur au sein de l'organisme d'accueil a pris le temps de me présenter en détail le fonctionnement de la structure et l'équipe, facilitant mon intégration et ma compréhension des processus internes. Il a également été très disponible pour m'aider et me conseiller tout au long du stage, répondant efficacement à mes besoins et questions. De même, mon enseignant référent a suivi mon stage.
Votre tuteur organisme d'accueil vous a-t-il aidé et conseillé quand cela était nécessaire ?				E		
Votre enseignant référent vous a-t-il aidé et conseillé lorsque cela était nécessaire ?				E		

Explication des cotations	
I	(I) Insuffisant
S	(S) Suffisant
B	(B) Bien
E	(E) Excellent
N	(N) Non applicable

NB : Dans le but d'alléger la lecture du document, le genre masculin est utilisé sans discrimination pour le genre masculin et féminin.

# Fiche d'évaluation étudiant

<b>Autoévaluation : développement des compétences et trajectoire professionnelle</b>		
En prenant un peu de recul sur votre activité durant le stage pensez-vous avoir travaillé / développé certaines des compétences du référentiel de la formation Seatech ? Lesquelles ? Pourquoi et comment ? D'autres compétences ?		
<b>Compétence</b>	<b>Critère</b>	<b>Commentaire</b>
<b>Concevoir des solutions d'ingénierie</b>	Analyser le besoin	Durant le stage, j'ai analysé les besoins techniques spécifiques pour la gestion de l'énergie avec la carte TI TF28335
	Répondre au besoin	J'ai participé à l'élaboration de solutions de gestion de l'énergie en utilisant des convertisseurs Buck et Boost, répondant directement aux besoins identifiés.
	Utiliser les outils appropriés	J'ai utilisé MATLAB et Simulink pour programmer le microcontrôleur, des outils essentiels pour le développement et la simulation de nos solutions techniques, ainsi que pour l'utilisation d'appareils de mesure tels que des oscilloscopes et des multimètres.
	Documenter ses choix et ses sources	J'ai rédigé des documents techniques et des supports de formation qui expliquent en détail les choix technologiques réalisés, les configurations des circuits, et les résultats des tests effectués.
<b>Mettre en œuvre des solutions</b>	Analyser et améliorer une solution existante	J'ai amélioré les configurations de circuit pour les convertisseurs Buck et Boost, augmentant ainsi leur efficacité et leur fiabilité.
	Proposer une solution nouvelle	J'ai développé de nouvelles méthodes de mesure et de contrôle utilisant des techniques PWM avancées pour une gestion plus précise de la puissance.
	Utiliser les principes de l'amélioration continue	Les feedbacks des tests et des utilisations en situation réelle ont permis d'affiner continuellement les solutions proposées.
	Rédiger un document scientifique et technique d'appui	Les supports de TP que j'ai créés servent de documentation scientifique et technique, facilitant la compréhension et la réPLICATION des solutions par d'autres ingénieurs et étudiants.
<b>Développer une démarche R&amp;D</b>	Réaliser une veille technologique / un état de l'art	
	Formuler des hypothèses	
	Proposer une démarche expérimentale, un protocole ou un modèle	J'ai élaboré des protocoles expérimentaux pour les tests des solutions développées, permettant une évaluation systématique de leur efficacité.
	Adopter une démarche d'innovation	L'approche adoptée pour intégrer des solutions de gestion de l'énergie innovantes dans les véhicules électriques solaires est un exemple de démarche d'innovation.

# Fiche d'évaluation étudiant

<b>Piloter des projets d'ingénierie</b>	S'insérer dans ou conduire une ou plusieurs étapes d'un projet	J'ai activement participé à la conduite du projet.
	Prendre en compte la gestion globale des organisations ou les règles de fonctionnement, économiques ou juridiques	
	Utiliser les outils de gestion de projet et outils collaboratifs	j'ai utilisé des outils collaboratifs modernes pour faciliter la communication et la gestion des projets comme Gmail et WhatsApp
	Identifier ou mobiliser les ressources appropriées	L'identification des ressources matérielles nécessaires pour atteindre les objectifs du projet a été une part essentielle de mes responsabilités, assurant que les projets disposaient des ressources adéquates pour leur réussite.
<b>Encadrer une équipe</b>	S'insérer et collaborer	J'ai travaillé en étroite collaboration avec des chercheurs et des étudiants, partageant des connaissances et des compétences dans un environnement respectueux et productif.
	Assurer une responsabilité d'animation	En dirigeant des sessions de formation technique, j'ai assumé un rôle d'animateur, guidant les étudiants à travers des expériences pratiques et théoriques.
	Travailler en équipe pluridisciplinaire et/ou internationale	Le stage a été réalisé dans un contexte international, nécessitant une adaptation et une collaboration efficace avec des personnes de diverses disciplines et cultures.
	Communiquer (écrit et oral) de manière adaptée	J'ai développé et affiné mes compétences en communication, en présentant des rapports et en menant des discussions techniques en anglais, assurant que toutes les parties prenantes étaient bien informées des progrès et des résultats.
<b>Agir en professionnel responsable</b>	Prendre en compte les enjeux éthiques et sociétaux (RSE, DD, RGPD, ...)	J'ai été conscient des implications éthiques des technologies développées, en particulier leur impact environnemental et sociétal, aligné sur les objectifs de développement durable.
	Assumer la responsabilité de ses actes et décision	J'ai pris des décisions techniques et méthodologiques en toute connaissance de cause, prêt à en assumer les conséquences et à justifier mes choix.
	Porter un regard critique sur le sens de l'activité conduite	J'ai régulièrement réfléchi à l'impact de mon travail, tant sur le plan personnel que professionnel, évaluant comment mes contributions s'alignaient avec les objectifs plus larges de l'institut et de ma carrière.
	Être dans une dynamique d'apprentissage	Tout au long du stage, j'ai maintenu une attitude d'apprentissage continu, cherchant à acquérir de nouvelles connaissances et à améliorer mes compétences, prêt à recevoir et à intégrer les feedbacks pour mon développement personnel et professionnel.
<b>Trajectoire professionnelle</b>		
A la suite de votre stage, avez-vous confirmé ou affiné votre projet professionnel d'être ingénieur (métier plus précis, secteur, contexte ou type d'entreprise, ...) ? Si oui, quelles actions pensez-vous devoir entreprendre pour y arriver (renforcer certaines connaissances, développer certaines compétences, lesquelles) ?		
16/08/2024		
 <b>Date et signature de l'étudiant :</b>		

## Références

- [1] Thai-French Innovation Institute, *Collaboration with the French Government and Training Programs*, disponible en ligne : [https://tfii.kmutnb.ac.th/training/en/?page\\_id=199](https://tfii.kmutnb.ac.th/training/en/?page_id=199)
- [2] King Mongkut's University of Technology North Bangkok, *Institutional Information and Academic Programs*, documentation institutionnelle sur les objectifs et la mission de KMUTNB, disponible en ligne : <https://www.kmutnb.ac.th/?lang=en-gb>
- [3] King Mongkut's University of Technology North Bangkok, "Top 10 Universities in Thailand," 2024. Disponible en ligne : <https://kmutnb.ac.th/news/university-news/%E0%B8%A1%E0%B8%88%E0%B8%9E-%E0%B8%95%E0%B8%94-Top-10-%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%94%E0%B8%9A%E0%B8%A1%E0%B8%AB%E0%B8% B2%E0%B8%A7%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A2-%E0% B8%88%E0%B8%94%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%94%E0%B8%9A%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A2-T.aspx>
- [4] Thai-French Innovation Institute, "TFII-Schneider Electric Centre of Excellence," documentation en ligne sur le Centre d'Excellence, disponible en ligne : [https://tfii.kmutnb.ac.th/training/en/?page\\_id=3821](https://tfii.kmutnb.ac.th/training/en/?page_id=3821)
- [5] Thai-French Innovation Institute, *TRAINING PROGRAM 2024*, disponible en ligne : <https://tfii.kmutnb.ac.th/training/en/>
- [6] Texas Instruments, *F28335 Datasheet*, Texas Instruments Incorporated. Disponible en ligne : <http://www.ti.com>
- [7] MATLAB and Simulink, *MATLAB and Simulink for Technical Computing*, MathWorks. Disponible en ligne : <https://www.mathworks.com>