

Catalogue des PFE 2025-2026



CRMN Sousse

Technopôle de Sousse

"Novation City", Sahloul

☎ : +216 73 823 003

☎ : +216 73 823 000

✉ : bo.gec@crmn.nrnt.tn

🌐 : www.crmn.nrnt.tn



Catalogue des stages de Projets de Fin d'Etudes : Ingénieur, Master Pro et Licence

Centre de Recherche en Microélectronique et Nanotechnologie

Sousse Technopole, Novation City

AU 2025/2026

2

Le Centre de Recherche en Microélectronique et Nanotechnologie (CRMN) de Sousse, offre aux étudiants des années terminales des universités sises en Tunisie ou à l'étranger, une panoplie de sujets dans différents domaines pour la réalisation de leurs Projets de Fin d'Etudes. L'**encadrement pédagogique** de ces projets sera assuré par les **enseignants-chercheurs du CRMN** qui ont proposé les sujets dans le cadre de leurs travaux de recherche.

Les étudiants intéressés par un ou plusieurs sujets, doivent contacter, **par email**, l'enseignant-chercheur responsable du sujet tout en envoyant :

- Les codes et les titres des sujets auxquels ils veulent candidater
- **Un CV** récent (2 pages au maximum)
- **Une lettre de motivation** spécifique au sujet traité (1 page au maximum)
- Copies des Relevées de notes des deux dernières années d'études (année courante non incluse)

Sommaire

Electronique, Microélectronique & IoT	6
Sujet E1 : Modélisation de l'exposition de la tête humaine aux radiofréquences d'un émetteur Wi-Fi 5G.....	6
Sujet E2 : Exploration et analyse des performances des Réseaux de Neurones Quantiques (QNNs)	6
Sujet E3 : Etude et Conception d'architecture de réseaux de communication Quantique	7
Sujet E4 : Optimisation et intégrité du positionnement multi-GNSS pour la mobilité urbaine.....	8
Sujet E5 : Caractérisation électrique et théorique des défauts actif dans les structures HEMT à base Si	9
Sujet E6 : Etude électrique des défauts actif dans les structures HEMT à base GaN	9
Sujet E7 : Étude des commandes MPPT d'un système Photovoltaïque.....	10
Sujet E8 : Etude et développement d'un système de gestion batteries	10
Sujet E9 : Etude et implémentation d'un système de détection acoustique des décharges électriques.....	10
Sujet E10 : Développement d'un gant intelligent pour les gens sourd et muet	11
Sujet E11 : Conception et développement d'un système de localisation autonome pour véhicules terrestres ..	12
Sujet E12 : Scalable wireless multi-camera system implementation on AI edge board	12
Sujet E13 : Caractérisation électrique des cellules solaire à l'aide de système IV-CV pour amélioration des performances.....	13
Sujet E14 : Développement d'un système intelligent pour optimisation du rendement énergétique pour les installations photovoltaïques	14
Sujet E15 : Amélioration des Performances des Capteurs PCF-SPR par Approches d'Apprentissage Automatique	14
Sujet E16 : Développement d'un traqueur automatique de nanosatellites en azimuth et élévation pour réception de données	15
Sujet E17 : Etude et réalisation d'un simulateur d'attitude mono axial pour ADCS de CubeSat.....	16
Sujet E18 : Conception et développement d'une carte électronique de commande et d'acquisition pour un banc de test	16
Sujet E19 : Optimisation d'un comparateur rapide basse consommation en technologie CMOS	17
Sujet E20 : Parking intelligent avec application mobile	17
Sujet E21 : Plateforme embarquée multi-capteurs synchronisés.....	18
Physique, Micro & Nanotechnologie	19
Sujet P1 : Instrumentation optique pour la détermination de la teneur en eau in situ : Application à la surveillance de la santé des structures polymères en milieu aqueux	19
Sujet P2 : Développement de capteurs à base de macrocycles pour la détection des éléments cancérigènes ..	19
Sujet P3 : Réalisation et caractérisation de capteurs électrochimiques pour la détection du glucose	20
Sujet P4 : Synthèse et caractérisation des nanostructures pour applications opto-électroniques.....	21
Sujet P5 : Optimisation et analyse comparative des capteurs optiques PCF-SPR pour différents matériaux plasmoniques.....	21
Chimie & Matériaux.....	23
Sujet CM1 : Etude de la dispersion des nanotubes de carbone : rôle des solvants et des groupes fonctionnels	23
Sujet CM2 : Modéliser l'adsorption des polluants environnementaux sur l'argile.....	23
Sujet CM3 : Dépollution des eaux contaminées par voie photo/sono catalytique.....	24
Sujet CM4 : Adsorption des colorants textiles par des nanoparticules d'oxydes métalliques	24

Sujet CM5 : Synthèse et caractérisation de nanoparticules de carbone	25
Informatique & Multimédia	26
Sujet IM1 : Mise en place d'une plateforme de simulation haute performance : Implémentation, optimisation et validation du code SIESTA pour l'étude des matériaux nanostructurés	26
Sujet IM2 : BioTraceChain : Une plateforme Web3 pour la traçabilité transparente et immuable des produits biologiques de la ferme à l'assiette	26
Sujet IM3 : HealthGuard App : Application React Web3 pour la Visualisation et la Gestion de Données de Santé Décentralisées.....	27
Sujet IM4 : Analyse des territoires agricoles non exploités en Tunisie par l'observation spatiale	28
Sujet IM5 : Développement d'un démonstrateur immersif de mission spatiale de nanosatellite pour Meta Quest 3.....	28
Sujet IM6 : Développement de la stratégie de communication et de visibilité de l'Unité de Valorisation	29
Télécommunication & Antennes	30
Sujet T1 : Simulation d'un radôme diélectrique intégrant une antenne micro-ruban pour des applications aéronautiques	30
Sujet T2 : Mise en place d'un système d'adaptation d'impédance pour une antenne boucle.....	30
Sujet T3 : Etude et caractérisation d'une antenne boucle 'loop' couplée à un amplificateur RF pour la détection des décharges électriques	31
Sujet T4 : Conception et optimisation d'un réseau d'antennes patches	32
Sujet T5 : Mise en œuvre d'une chaîne de communication nanosatellites-sol basée sur SDR.....	33
Sujet T6 : Conception et fabrication d'une antenne station au sol pour la communication avec les nanosatellites	34
Mécanique & Mécatronique	35
Sujet Me1 : Conception et Réalisation d'un pupitre de commande pour le système TVAC.....	35
Sujet Me2 : Conception et fabrication d'un système de test d'attitude pour le module ADCS d'un CubeSat	35
Génie Industriel & Qualité.....	37
Sujet G1 : Gestion technique et opérationnelle d'un programme de mise en orbite d'un nanosatellite	37
Sujet G2 : Élaboration d'un guide métrologique pour l'évaluation de l'incertitude de mesure pour le microscopie électronique à balayage	37

Index des Spécialités

B

Biologie 24, 25

C

Chimie 23, 24, 25

D

Design Graphique 29

E

Electromécanique 12, 15, 16, 35

Electronique et Microélectronique . 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 21, 26, 27, 30, 31, 32

Energétique 13, 16, 23

G

Génie Electrique 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 31, 32, 33, 34

Génie Industriel 37

Génie Logiciel 26, 27, 28

Géomatique 28

I

Informatique 11, 12, 14, 15, 16, 26, 27, 28

Informatique Industrielle 11, 12, 14, 15, 16

Ingénierie Système 37

M

Matériaux 9, 19, 20, 21, 23, 24, 25

Mécanique 16, 19, 35

Mécatronique 10, 35

Multimédia 26, 28, 29

P

Physique 19, 20, 21

Q

Qualité 37

S

Systèmes Embarqués 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 32, 33

T

Télécommunication 6, 14, 30, 31, 32, 33, 34

Sujet E1 : Modélisation de l'exposition de la tête humaine aux radiofréquences d'un émetteur Wi-Fi 5G

Profil cherché : Licence

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Télécommunication

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Faouzi NASRI (nasri.faouzi@crmn.mesrs.tn)

Description :

Les utilisateurs d'appareils électroniques grand public sont exposés aux rayonnements radiofréquences (RF) émis par ces dispositifs. Le niveau d'exposition est quantifié par le débit d'absorption spécifique (DAS), qui représente le taux d'énergie RF absorbée par le corps humain. Ce paramètre est strictement encadré par des normes de sécurité internationales (telles que celles de l'IEEE et de l'ICNIRP).

Ce projet consiste en la simulation numérique de l'exposition générée par une antenne Wi-Fi 5G placée à proximité d'un modèle simplifié de tête humaine. Il a pour objectif de calculer la distribution spatiale du DAS local au sein des tissus, ainsi que la valeur réglementaire du DAS moyenné sur 1 gramme. Cette analyse permet une évaluation quantitative des niveaux d'exposition dans un scénario d'utilisation réaliste, contribuant ainsi à une meilleure compréhension des interactions entre les champs électromagnétiques et les tissus biologiques.

Travail demandé :

La modélisation sera effectuée avec COMSOL Multiphysics (Module RF). L'interface « Ondes électromagnétiques, fréquences » sera utilisée pour simuler le couplage entre une antenne Wi-Fi 5G et un modèle de tête multicouche. La simulation permettra de calculer la distribution 3D du Débit d'Absorption Spécifique (DAS) et d'extraire la valeur réglementaire du DAS moyenné sur 1 gramme, afin d'évaluer la conformité aux normes de sécurité internationales.

Mots clés : Exposition aux radiofréquences / RF exposure, Modélisation électromagnétique / Electromagnetic modeling, Antenne patch / Patch antenna (ou antenne microruban) , COMSOL Multiphysics, RF et Tête humaine

Sujet E2 : Exploration et analyse des performances des Réseaux de Neurones Quantiques (QNNs)

Profil cherché : Ingénieur, Master

Spécialité : Electronique et Microélectronique ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / Labo uEi, FS Monastir

Directeur universitaire du PFE : Dr. Faten OUAJA RZIGA (faten_ouaja@yahoo.fr)

Prof. Kamel BESBES

Description :

L'intelligence artificielle, et plus particulièrement l'apprentissage profond, a révolutionné plusieurs domaines scientifiques et industriels. Afin de répondre aux besoins de calculs, les modèles sont de plus en plus complexes et énergivores. Par ailleurs, l'arrivée des technologies quantiques ouvre de nouvelles opportunités pour traiter l'information de manière prometteuse en profitant des principes de la superposition, de l'intrication et de l'interférence.

La convergence de ces deux technologies promet de donner naissance à un champ de recherche interdisciplinaire originale qu'est l'apprentissage automatique quantique (Quantum Machine Learning - QML). Pour se faire, les Réseaux de Neurones Quantiques (QNNs) représentent les noyaux principaux.

Le stage vise à explorer les fondements algorithmiques des QNNs et à évaluer de manière systématique leurs capacités et limites.

La méthodologie proposée sera de conduire une approche expérimentale par simulation. Les travaux seront menés en utilisant des bibliothèques et des algorithmes sur principalement PennyLane et Qiskit pour simuler des circuits quantiques.

Ce stage offre une opportunité unique pour se former sur des sujets à la frontière de deux révolutions technologiques avec des compétences très recherchées en architecture des circuits et algorithmes en technologies quantiques et en intelligence artificielle et de leurs applications.

Travail demandé :

- Étude bibliographique approfondie et mise en place de l'environnement expérimental.
- Analyse comparative des capacités de représentation et d'apprentissage.
- Proposition et exploration d'une architecture innovante extraite de la bibliographie avec ambition de développement.

Mots clés : Réseaux de Neurones Quantiques (QNN), Intelligence Artificielle

Références:

- <https://apxml.com/courses/fundamentals-quantum-machine-learning>
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9528698>

Sujet E3 : Etude et Conception d'architecture de réseaux de communication Quantique

Profil cherché : Ingénieur, Master

Spécialité : Electronique et Microélectronique ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / Labo uEi, FS Monastir

Directeur universitaire du PFE : Prof. Kamel BESBES (kamel.besbes@fsm.rnu.tn)

Description :

L'Internet Quantique représente une avancée majeure par rapport aux réseaux de communication classiques, exploitant des phénomènes quantiques fondamentaux tels que l'intrication et la superposition pour permettre des capacités inédites. Ces capacités incluent la communication sécurisée, le calcul quantique distribué et la détection améliorée.

Le projet vise à concevoir une architecture native ou élémentaire pour l'Internet Quantique qui va au-delà d'une simple superposition de protocoles quantiques sur des piles de réseaux classiques. L'objectif est de définir une architecture dédiée, avec ses propres couches fondamentales et composants, optimisée pour le traitement et la transmission de l'information quantique. L'objectif final est de développer un réseau quantique évolutif et interopérable qui supporte les exigences uniques de la communication quantique, notamment la synchronisation, la fidélité de l'état quantique et la robustesse au bruit et à la décohérence. Le réseau se basera sur des aspects clés comprenant :

- La conception de protocoles pour la distribution et la gestion de l'intrication.
- La gestion des mémoires quantiques.
- Les mécanismes de correction d'erreurs quantiques.
- Le développement d'interfaces quantiques-classiques fluides et transparentes.

Le projet devra intégrer la modélisation théorique, la simulation et, potentiellement, le prototypage expérimental pour valider l'architecture sur les plateformes quantiques émergentes. Ce projet de stage est fondamental pour poser les bases d'un Internet Quantique pratique, déployable et à grande échelle. Les contributions envisagées aideront à jeter les bases

d'architectures qui comblent le fossé entre les avancées théoriques et le déploiement réel, permettant de nouvelles applications de communication sécurisée et de calcul quantique distribué.

Travail demandé :

- Mener une bibliographie sur les protocoles de communication quantique, des architectures de réseau et des technologies quantiques utilisées.
- Identifier les lacunes, les défis et les opportunités dans les solutions actuelles.
- Participer à la mise en œuvre de protocoles de mise en réseau quantique standard existants.
- Développer des simulations pour tester leur performance dans différents scénarios.
- Utiliser des outils de simulation quantique spécialisés (tels que Qiskit ou QuTiP) ainsi que des simulateurs de réseaux classiques pour modéliser le comportement du réseau quantique, la distribution d'intrication et les mécanismes de correction d'erreurs.
- Contribuer au développement d'améliorations innovantes et de conceptions de protocoles natifs spécifiquement adaptés aux exigences du réseau quantique.
- Aborder les problématiques d'évolutivité, d'interopérabilité avec les réseaux classiques, de résilience au bruit et de gestion efficace des ressources quantiques.

8

Mots clés : Communication Quantique, Internet Quantique

Sujet E4 : Optimisation et intégrité du positionnement multi-GNSS pour la mobilité urbaine

Profil cherché : Ingénieur, Master

Spécialité : Electronique et Microélectronique ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / Labo uEi, FS Monastir

Directeur universitaire du PFE : Prof. Kamel BESBES (kamel.besbes@fsm.rnu.tn)

Dr. Samer LAHOUAR

Description :

Le développement de la mobilité urbaine autonome et connectée (véhicules, drones de livraison, robots) repose sur une localisation précise, robuste et fiable. Le positionnement de haute précision en temps réel, traditionnellement utilisé en géodésie, est aujourd'hui indispensable pour ces applications critiques. Cependant, l'environnement urbain dense dégrade sévèrement les signaux GNSS (Global Navigation Satellite System) par des effets de masquage, de réflexions et de trajets multiples (multipath). Ces perturbations altèrent la précision, allongent le temps de convergence pour atteindre une solution centimétrique, et compromettent l'intégrité, c'est-à-dire la capacité à garantir que la position estimée est sûre et à détecter des erreurs inacceptables.

L'utilisation combinée de plusieurs constellations GNSS (GPS, Galileo, GLONASS, Beidou) – le Multi-GNSS – offre une redondance et une géométrie améliorée. Ce projet vise à exploiter cette richesse pour répondre au triple défi de l'environnement urbain : accélérer la convergence, garantir l'intégrité et maintenir une précision centimétrique.

L'objectif principal est de concevoir et d'évaluer des stratégies de traitement de signaux Multi-GNSS pour améliorer les performances du positionnement en temps réel en milieu urbain.

Travail demandé :

- Etude bibliographique sur les systèmes GNSS et les constellations existantes
- Développement d'algorithmes de positionnement multi-GNSS dans un milieu urbain
- Evaluation des performances du système réalisé

Mots clés : Système GNSS, Multi-GNSS, Positionnement par satellite

Sujet E5 : Caractérisation électrique et théorique des défauts actif dans les structures HEMT à base Si

Profil cherché : Ingénieur, Licence, Master Pro

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Génie Electrique , Matériaux

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Manel CHARFEDDINE (charfeddine.manel@yahoo.fr)

Description :

Les transistors à effet de champ à base de nitrures sont majoritairement de type HEMT. Ces dispositifs laissent espérer des applications dans le domaine de la génération de puissance en hyperfréquences du 1 à 70 GHz. De plus, ils laissent présager des densités de puissance dix fois supérieures à celles obtenues avec des technologies actuelles. Mais la modification de substrat à base de Si entraîne un désaccord de maille avec les composants des autres couches à base de nitrures.

Travail demandé :

Le but de ce sujet est d'établir une étude électrique développé pour:

- Etudier les caractéristiques courant-tension d'un transistor à effet de champ AlGa_N/Ga_N.
- Savoir l'intérêt d'emploi d'un dopage dans un matériau.
- Evoquer les limites des performances des transistors à haute mobilité électronique.
- Etudier les origines possibles des effets parasites.
- Les conséquences de ces effets néfastes sur le fonctionnement du composant.
- Etude théorique sur les caractéristiques I-V.
- Caractérisation électrique sur les caractéristiques I-V.

Mots clés : I-V - transistor - HEMT- AlGa_N/Ga_N

Sujet E6 : Etude électrique des défauts actif dans les structures HEMT à base GaN

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro, Licence

Spécialité : Génie Electrique , Electronique et Microélectronique, Matériaux

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Manel CHARFEDDINE (charfeddine.manel@yahoo.fr)

Description :

Le nitrure de gallium Ga_N est de plus en plus intéressant pour la conception des transistors de haute puissance et qui résiste aux hautes températures. Un progrès impressionnant dans le processus de croissance et de la technologie de ces composants a été atteint. Les transistors à forte mobilité (HEMTs) sont basés sur l'hétérojonction AlGa_N/Ga_N.

Travail demandé :

Le but de ce sujet est de faire :

- Une caractérisation électrique avec des mesures I-V et C-V.
- Etudier les effets parasites qui entraînent la dégradation des performances des transistors HEMTs.
- Etudier l'origine de ces effets afin de trouver des solutions pour les éliminer.
- Une étude électrique permettant de mettre en évidence quelques anomalies.

Mots clés : I-V et C-V, HEMT, transistor,

Sujet E7 : Étude des commandes MPPT d'un système Photovoltaïque

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Génie Electrique , Mécatronique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mohamed BARBOUCHE (mohamed.barbouche@crmn.mesrs.tn)

Description :

Commande d'un système Photovoltaïque

Travail demandé :

Modélisation et Simulation sur Matlab/Simulink

Mots clés : PV, MPTT, Convertisseur

10

Sujet E8 : Etude et développement d'un système de gestion batteries

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Génie Electrique , Systèmes Embarqués, Electronique et Microélectronique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mohamed BARBOUCHE (mohamed.barbouche@crmn.mesrs.tn)

Description :

Etude et développement d'un système de gestion batteries

Travail demandé :

Etude et développement d'un système de gestion batteries

Mots clés : BMS, charge/décharge, batterie

Sujet E9 : Etude et implémentation d'un système de détection acoustique des décharges électriques

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Génie Electrique , Electronique et Microélectronique, Systèmes Embarqués

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mohamed HADJ SAID (mohamed.hadjsaid@crmn.mrt.tn)

Description :

Une décharge électrique (DE) est un phénomène au cours duquel un milieu isolant — comme l'air, un gaz ou même un matériau solide — devient subitement conducteur sous l'effet d'une forte différence de potentiel. Lors de déclenchement de ces décharges, plusieurs effets sont produits tel que l'émission d'une onde acoustique ultrasonique. Dans ce cadre, on se propose dans ce stage d'implémenter un système de détection des décharges en utilisant des capteurs ultrasoniques.

Travail demandé :

- Etude bibliographique sur les systèmes de détection des décharges électriques acoustiques ultrasoniques et voir les types des capteurs utilisés.
- Construction d'un banc d'essai pour la génération de décharges électriques en milieu de laboratoire.
- Mettre en place d'un système de détection ultrasonique décharges avec l'électronique de conditionnement associé.
- Implémentation et test du système sur une carte à base de microcontrôleur et visualisation du signal de décharge en temps réel.

Mots clés : Décharge électrique, Détection ultrasonique, Système Embarqué

Sujet E10 : Développement d'un gant intelligent pour les gens sourd et muet

11

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Informatique Industrielle, Electronique et Microélectronique, Systèmes Embarqués

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mohamed HADJ SAID (mohamed.hadjsaid@crmn.rnrt.tn)

Description :

La communication constitue un aspect fondamental de la vie humaine. Les personnes sourdes utilisent généralement la langue des signes pour transmettre des messages, mais cette méthode reste difficilement compréhensible pour ceux qui n'en maîtrisent pas les codes. Dans ce contexte, nous proposons la conception d'un gant interactif capable de capter et d'interpréter les mouvements de flexion des doigts afin de les convertir en texte intelligible, affiché sur le téléphone portable de l'interlocuteur entendant.

Travail demandé :

- Étudier les différents types de gestes utilisés par les personnes sourdes et muettes et constituer une base de données structurée.
- Etudier les capteurs nécessaires pour convertir ces gestes mécaniques en signaux électriques exploitables.
- Développement d'une plateforme backend (API) permettant l'intégration et la gestion d'un modèle IA dédié à l'interprétation des gestes mécaniques captés par un gant intelligent.
- Assurer l'interfaçage du système sur une carte électronique optimisée, intégrant un microcontrôleur et un module d'affichage.
- Développer un programme embarqué permettant le traitement des données et la communication entre l'interlocuteur entendant et la personne sourdes et muettes.

Mots clés : Gant intelligent, Capteurs de pression, Microcontrôleur, IA

Sujet E11 : Conception et développement d'un système de localisation autonome pour véhicules terrestres

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Electromécanique, Génie Electrique , Informatique Industrielle, Systèmes Embarqués, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mounir MANSOUR (mounir.mansour@issatso.u-sousse.tn)

Dr. Samer LAHOUAR

Description :

Pour suivre une trajectoire donnée, un véhicule autonome doit disposer de trois modules : un module de navigation, un module de guidage et un module de contrôle : le système de navigation fournit une estimation de l'attitude et la position du véhicule. Ces informations serviront au système de guidage pour déterminer la trajectoire optimale à suivre. Le module de contrôle permet de fournir les consignes adéquates aux organes de commande pour obtenir les paramètres de navigation et de localisation désirés.

Les informations délivrées par le système de navigation doivent donc être précises et fiables. On dispose actuellement de capteurs de faibles coût (MEMS) mais dont les performances restent assez limitées. Pour remédier à ces limitations on peut utiliser plusieurs capteurs et des techniques de fusion de données multi-capteurs pour obtenir des données fiables permettant ainsi d'améliorer la précision du système.

Le sujet rentre dans ce cadre et consiste à concevoir un module d'aide à la navigation autonome, qui permet à partir des informations fournies par les différents capteurs embarqués de fournir une meilleure estimation de la position du véhicule. Une technique de fusion de données adéquate sera développée dans ce but.

Travail demandé :

- Etude bibliographique sur les techniques de navigations.
- Etude des capteurs utilisés pour la navigation autonome.
- Acquisition et analyse des données capteurs.
- Développement d'un algorithme de fusion de données pour la localisation du véhicule.
- Tests et validation.

Mots clés : Localisation Autonome, Fusion de données multi-capteurs, Capteurs Inertiels MEMS

12

Sujet E12 : Scalable wireless multi-camera system implementation on AI edge board

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Génie Electrique , Systèmes Embarqués

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Nizar HABBACHI (nizar.habbachi@crmn.rnrt.tn)

Description :

Ce PFE consiste à développer un système embarqué basé sur une carte Edge AI (NVIDIA Jetson, Google Coral, ou ESP32-AI...), capable de recevoir simultanément les flux vidéo de plusieurs caméras sans fil (Wi-Fi, ESP-NOW ou autre protocole).

Le système doit être scalable, c'est-à-dire capable de gérer dynamiquement l'ajout ou le retrait de caméras, tout en assurant :

- un traitement local (Edge Computing) basé sur l'IA,
- une synchronisation fiable des flux,

- une interface de visualisation en temps réel.

Les traitements IA peuvent inclure la détection/identification d'objets, la reconnaissance de scènes, la détection d'intrusion ou d'événements.

L'objectif final est d'obtenir une plateforme complète, modulaire et extensible pour des applications telles que la vidéosurveillance intelligente, le contrôle d'accès, l'analyse de flux vidéo ou l'agriculture intelligente.

Travail demandé :

1) Étude et conception

- Étude comparative des cartes Edge AI (Jetson Nano/Orin, Coral Edge TPU, RK3588, ESP32-S3...).
- Choix du protocole de communication wireless optimal (Wi-Fi, Wi-Fi Direct, ESP-NOW, RTSP over Wi-Fi...).
- Conception de l'architecture du système multi-caméras (topologie, contrôle des flux, buffers, synchronisation).

2) Implémentation matérielle et logicielle

- Mise en place des caméras sans fil (ESP32-CAM ou équivalent).
- Développement du module de réception vidéo sur la carte Edge AI.
- Intégration du traitement IA (TensorRT, OpenCV DNN, YOLO, MobileNet ou autre modèle optimisé).
- Optimisation de la latence, du débit réseau et de la consommation CPU/GPU.

3) Développement d'une interface utilisateur Dashboard web ou application locale :

- Visualisation multi-caméras,
- Informations système (FPS, latence, nombre de caméras connectées),
- Configuration dynamique (ajout/suppression de caméras).

4) Validation et tests

- Tests de scalabilité (2, 4, 6 caméras...).
- Mesure des performances (débit, latence, taux de détection IA).
- Analyse des limites matérielles et améliorations possibles.

5) Rapport final et démonstration

- Documentation de l'architecture matérielle et logicielle.
- Démonstration fonctionnelle du système.

Sujet E13 : Caractérisation électrique des cellules solaire à l'aide de système IV-CV pour amélioration des performances

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Energétique , Génie Electrique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Mme. Sahar AMMAR (sahar.ammar@crmn.rnrt.tn)

Description :

Dans le secteur du photovoltaïque, les attentes sont nombreuses : augmentation de l'efficacité de conversion, diminution des coûts de production, diminution de l'impact environnemental, etc. De notre part, nous nous sommes orientés vers la caractérisation de nouveaux matériaux pour la conception de nouvelles structures photovoltaïques.

Travail demandé :

- Analyser théoriquement le comportement électrique d'une cellule solaire .
- Caractérisation pratique à l'aide de système IV-CV.
- Déterminer les paramètres optimaux permettant l'amélioration du rendement de la cellule : de la caractérisation à l'amélioration.

Mots clés : Caractérisation électrique- système IV-CV-Optimisation.

Sujet E14 : Développement d'un système intelligent pour optimisation du rendement énergétique pour les installations photovoltaïques

Profil cherché : Ingénieur, Licence, Master Pro

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Génie Electrique , Systèmes Embarqués

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Mme. Sahar AMMAR (sahar.ammar@crmn.rnrt.tn)

Description :

La transition énergétique actuelle impose une montée en puissance des énergies renouvelables, et en particulier du solaire photovoltaïque. Dans ce contexte , l'intelligence artificielle (IA) offre de nouvelles perspectives prometteuses et par la suite optimiser le rendement d'un panneau photovoltaïque sera un objectif principal.

Travail demandé :

- Prédire la puissance maximale d'un panneau PV en fonction des conditions météo.
- Optimiser le MPPT à l'aide d'un modèle développé par l'intelligence artificielle.
- Implémentation pratique du système à l'aide d'un microcontrôleur (STM32,Arduino ,...)

Mots clés : Optimisation-MPPT-Panneau photovoltaïque-IA

Sujet E15 : Amélioration des Performances des Capteurs PCF-SPR par Approches d'Apprentissage Automatique

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Systèmes Embarqués, Télécommunication, Génie Electrique , Informatique Industrielle

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Sameh KAZIZ (sameh.kaziz@crmn.rnrt.tn)

Description :

Ce stage porte sur l'étude, la conception et l'optimisation de capteurs à fibre à cristal photonique (PCF) basés sur la résonance plasmonique de surface (SPR). L'objectif principal est de développer une architecture de capteur capable d'atteindre une sensibilité élevée pour la détection de faibles variations d'indice de réfraction, typiques des biomarqueurs ou de substances chimiques.

Le travail consistera à modéliser le capteur à l'aide de simulations numériques (méthode des éléments finis) et à analyser l'influence des paramètres géométriques et des matériaux plasmoniques sur ses performances. En complément, des

techniques d'apprentissage automatique seront appliquées (modèles prédictifs, optimisation assistée par IA) afin d'améliorer la précision, la rapidité d'analyse et l'optimisation globale du dispositif.

Le stage permettra au candidat d'acquérir une double compétence : modélisation de dispositifs optiques avancés et application de méthodes d'intelligence artificielle dans le domaine des capteurs.

Travail demandé :

- Revue bibliographique sur les capteurs PCF-SPR et les approches IA appliquées aux capteurs optiques
- Conception et modélisation du capteur à l'aide de simulations FEM
- Analyse paramétrique de la structure (géométrie, matériaux, modes guidés)
- Développement de modèles d'apprentissage automatique pour la prédiction des performances
- Optimisation du capteur par approches data-driven
- Rédaction d'un rapport final et préparation d'une présentation des résultats

Mots clés : Fibre à cristaux photoniques , Résonance plasmonique de surface , capteurs optiques, FEM, intelligence artificielle, apprentissage automatique, optimisation, modélisation

Références:

- S. Kaziz and F. Echouchene, "Plackett–Burmann Design and Machine Learning Models for Optimization and Prediction of Confinement Loss in PCF Sensor," in IEEE Sensors Journal, vol. 25, no. 15, pp. 28529-28536, 1 Aug.1, 2025, doi: 10.1109/JSEN.2025.35781
- L. Guedri-Knani, S. Kaziz and C. Dridi, "Performance Prediction of a Highly Sensitive Optimized PCF-SPR Biosensor for Cancer Cell Detection Using MLP-Based ANN Model," in IEEE Sensors Journal, vol. 25, no. 10, pp. 17136-17143, 15 May15, 2025, doi: 10.1109/JSEN.2025.3556292

Sujet E16 : Développement d'un traqueur automatique de nanosatellites en azimut et élévation pour réception de données

Profil cherché : Ingénieur, Licence

Spécialité : Electromécanique, Génie Electrique , Informatique Industrielle, Systèmes Embarqués, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Samer LAHOUAR (samer.lahouar@crmn.nrnt.tn)

Prof. Kamel BESBES

Description :

Ce sujet est proposé dans le cadre des activités du Centre de Recherche en Microélectronique et Nanotechnologie (CRMN) de Sousse dans le domaine spatial, qui visent à acquérir les compétences nécessaires pour le développement et la fabrication de petits satellites de type CubeSat (satellite de forme cubique de 10cm de côté). Durant leurs missions, les CubeSats sont généralement placés sur des orbites basses altitudes (Low Earth Orbit : LEO), qui leur confère la propriété de se déplacer par rapport à la terre et donc la nécessité d'utiliser des antennes mobiles afin d'assurer la communication avec eux.

Ce sujet est proposé dans ce contexte. Il a pour but de réaliser la partie commande d'un système qui va permettre de poursuivre automatiquement (en azimut AZ et en élévation EL) un CubeSat placé en LEO. Ce traqueur de satellite est constitué d'un rotor à 2 axes (déjà installé) associé au système de commande à réaliser. La partie commande doit prévoir une interface utilisateur permettant de sélectionner le satellite à suivre, ensuite récupérer ses coordonnées en temps-réel lors de son déplacement. Finalement, elle doit permettre d'envoyer les commandes nécessaires pour tourner le rotor selon les axes AZ et EL afin de pointer l'antenne de communication vers le CubeSat suivi.

Travail demandé :

- Étude bibliographique sur les CubeSats et les stations au sol.
- Etude approfondie du rotor à 2 axes déjà installé.
- Réalisation du système de commande avec les parties Hardware et Software nécessaires
- Test et évaluation des performances du système final.

Mots clés : CubeSat, Ground Station, Rotor AZ/EL, Satellite Tracking

Sujet E17 : Etude et réalisation d'un simulateur d'attitude mono axial pour ADCS de CubeSat

Profil cherché : Ingénieur, Licence

Spécialité : Génie Electrique , Informatique Industrielle, Electromécanique, Systèmes Embarqués, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Samer LAHOUAR (samer.lahouar@crmn.rnrt.tn)

Dr. Mounir MANSOUR

Description :

Ce sujet est proposé comme continuité des activités du Centre de Recherche en Microélectronique et Nanotechnologie (CRMN) dans le domaine spatial et particulièrement le développement de petits satellites de type CubeSat. En effet, dernièrement la conception et la construction des CubeSats sont devenues à la portée des étudiants et des universités

Un CubeSat est un satellite de forme cubique, de petite dimension (10cm de côté). Le CubeSat comporte plusieurs composants ou modules similaires à ceux d'un grand satellite. On peut citer : le module d'alimentation, le système de communication, le système de détermination et de contrôle de l'attitude (ADCS), etc. En particulier l'ADCS est un module très important puisqu'il permet de déterminer l'attitude (ou orientation) du CubeSat puis de la contrôler afin de stabiliser le satellite ou changer son orientation, selon les besoins de la mission.

Le projet actuel rentre dans ce cadre. Il consiste à développer un simulateur de la rotation du CubeSat dans l'espace (dans 2 sens sur 1 seul axe) afin de tester le bon fonctionnement du système ADCS. Cette rotation sera assurée par un moteur électrique commandé en vitesse. Une interface utilisateur sera utilisée pour fixer la vitesse et le sens de rotation désirés. La plateforme nécessaire pour fixer le CubeSat au moteur doit être aussi réalisée durant ce projet.

Travail demandé :

- Etude bibliographique sur les CubeSats et le système ADCS en particulier.
- Conception et réalisation du système.
- Tests et validation du fonctionnement.

Mots clés : CubeSat, ADCS, Asservissement de vitesse

Sujet E18 : Conception et développement d'une carte électronique de commande et d'acquisition pour un banc de test

Profil cherché : Ingénieur, Licence, Master Pro

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Génie Electrique , Energétique , Mécanique, Systèmes Embarqués

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Tarek SEKRAFI (Tarek.Sekrafi@gmail.com)

Description :

Ce travail vise à développer une architecture électronique pour la commande et l'acquisition multiparamétrique d'un banc de test pour mesurer des réponses électriques dans différentes conditions.

Travail demandé :

- Conception d'une carte électronique pour un banc de test
- Étudier l'interface entre la carte et les autres composants
- Examiner le code gérant la commande et l'acquisition
- Proposer des pistes pour améliorer la précision/rapidité des mesures.

Mots clés : Banc de test, carte électronique, logiciel

Sujet E19 : Optimisation d'un comparateur rapide basse consommation en technologie CMOS

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Electronique et Microélectronique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Thouraya ETTAGHZOUTI (thourayataghzouti@yahoo.fr)

Description :

Ce projet consiste à étudier, concevoir et optimiser un comparateur CMOS rapide à basse consommation destiné aux applications de conversion analogique-numérique et aux systèmes de traitement du signal. Le travail portera sur l'analyse des architectures existantes, la conception d'un comparateur en technologie CMOS, puis l'optimisation de ses performances clés telles que le temps de propagation, la consommation dynamique, l'offset d'entrée et le gain. Les circuits seront modélisés et validés par simulation sous Cadence ou SPICE, en tenant compte des contraintes de technologies submicroniques et des variations de processus.

Travail demandé :

Le travail consiste à étudier les architectures de comparateurs CMOS existantes, concevoir un comparateur rapide sous environnement de simulation (Cadence / SPICE), puis optimiser ses performances en termes de temps de propagation, consommation de puissance et offset. Les étudiants devront réaliser la modélisation, la simulation, l'analyse des résultats, ainsi que la validation des performances du circuit et la rédaction du rapport final.

Sujet E20 : Parking intelligent avec application mobile

Profil cherché : Licence

Spécialité : Systèmes Embarqués, Electronique et Microélectronique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Thouraya ETTAGHZOUTI (thourayataghzouti@yahoo.fr)

Description :

Ce projet vise la réalisation d'un parking intelligent basé sur l'IoT et les systèmes embarqués, permettant de détecter l'occupation des places et d'afficher leur disponibilité via une application mobile. Le système améliore la gestion du stationnement et réduit le temps de recherche des places.

Travail demandé :

Réaliser un système embarqué de gestion de parking permettant la détection automatique des places disponibles, la transmission des données vers une plateforme IoT et le développement d'une application mobile pour l'affichage en temps réel. Le travail comprend la conception matérielle, la programmation, l'intégration du système et la validation du prototype.

Sujet E21 : Plateforme embarquée multi-capteurs synchronisés**Profil cherché :** Licence**Spécialité :** Systèmes Embarqués**Lieu :** CRMN, Sousse Technopole**Directeur universitaire du PFE :** Dr. Thouraya ETTAGHZOUTI (thourayataghzouti@yahoo.fr)

18

Description :

Le projet vise à développer une plateforme embarquée multi-capteurs assurant l'acquisition et la synchronisation temporelle des données issues de différents capteurs. Le système garantit un horodatage précis, le pré-traitement des mesures et leur transmission pour visualisation en temps réel. Il est destiné aux applications IoT, de surveillance et de robotique.

Travail demandé :

L'objectif est de proposer une plateforme embarquée capable de s'adapter à différents types de capteurs et de scénarios applicatifs, tout en démontrant l'importance de la synchronisation temporelle dans les systèmes embarqués modernes.

Sujet P1 : Instrumentation optique pour la détermination de la teneur en eau in situ : Application à la surveillance de la santé des structures polymères en milieu aqueux

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro, Licence

Spécialité : Matériaux, Physique, Mécanique ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / Labo NANOMISENE

Directeur universitaire du PFE : Dr. Bessem BEN DOUDOU (bessem.bendoudou@crmn.rnrt.tn)

Description :

Ce projet consiste à développer une instrumentation optique pour mesurer in situ la teneur en eau dans des matériaux polymères et composites exposés à un environnement aqueux. L'objectif est de concevoir un banc de mesure optique permettant de suivre l'évolution de l'humidité dans ces matériaux et d'analyser son impact sur leurs propriétés mécaniques et physiques. Cette technologie permettra un suivi en temps réel, offrant ainsi des informations essentielles sur la manière dont les conditions environnementales, comme l'exposition à l'humidité ou à l'eau, influencent la durabilité et les performances à long terme des matériaux.

Un tel système pourrait trouver des applications dans divers secteurs, notamment l'automobile, l'aéronautique, les matériaux de construction et la biomédecine, où la gestion de l'humidité est cruciale pour maintenir la fiabilité et la longévité des matériaux.

Travail demandé :

- Étude bibliographique : mécanismes de diffusion de l'eau dans les polymères, relation entre la teneur en eau et l'évolution des propriétés optiques
- Mise en oeuvre du banc de mesure et réalisation des mesures sur des échantillons de référence
- Campagne de vieillissement et réalisation des mesures optiques in situ
- Analyse des données et corrélation "propriétés optiques/teneur en eau"
- Validation de la méthode comme outil de surveillance de la santé des structures.

Mots clés : Instrumentation optique, Teneur en eau, Polymères, Surveillance in situ, Vieillissement des matériaux

Sujet P2 : Développement de capteurs à base de macrocycles pour la détection des éléments cancérigènes

Profil cherché : Master Pro, Master de recherche

Spécialité : Matériaux, Physique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mosaab ECHABAANE (mosaab.echabaane@gmail.com)

Description :

Ce travail de recherche vise à concevoir et à développer des capteurs à base de macrocycles (calixarène et porphyrine) pour la détection spécifique d'éléments cancérigènes présents dans divers environnements, tels que les milieux environnementaux, alimentaires ou biologiques.

Dans cette optique, le travail proposé se structurera autour des axes suivants :

- Synthèse bibliographique : Étude approfondie des capteurs à base de macrocycles.
- Optimisation des conditions de préparation : Élaboration et optimisation des films minces de nanostructures.

- Caractérisation : optique, morphologique et électrochimique des macrocycles.
- Évaluation des performances métrologiques : Détermination des caractéristiques du capteur, notamment sa sensibilité, sa plage de détection, son temps de réponse et sa durée de vie. Une étude sur des échantillons réels (eau, aliments, et biologiques) sera également menée pour valider l'efficacité du capteur.

Travail demandé :

- Les éléments cancérigènes, notamment les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les nitrosamines, les métaux lourds, les solvants et les pesticides, sont des agents susceptibles de provoquer le cancer en altérant le matériel génétique ou en perturbant les processus cellulaires.
- La détection précoce de ces agents est cruciale pour prévenir l'apparition de cancers et protéger la santé publique. Les macrocycles, en particulier les porphyrines, grâce à leurs propriétés telles que leur capacité de complexation des espèces chimiques, leur aptitude à la fonctionnalisation et leur structure aromatique conjuguée, qui améliore leurs propriétés électriques et optiques, offrent des opportunités prometteuses pour le développement de capteurs sensibles et sélectifs.

Sujet P3 : Réalisation et caractérisation de capteurs électrochimiques pour la détection du glucose

Profil cherché : Master Pro, Mater de Recherche

Spécialité : Matériaux, Physique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mosaab ECHABAANE (mosaab.echabaane@gmail.com)

Description :

Le glucose, en tant que biomarqueur clé dans la surveillance du diabète, nécessite une détection rapide, fiable et précise pour un suivi médical efficace. Les capteurs électrochimiques offrent une alternative prometteuse aux techniques conventionnelles, grâce à leur simplicité, leur faible coût et leur potentiel d'intégration dans des dispositifs portables.

Travail demandé :

Ce travail de recherche vise à concevoir et développer des capteurs électrochimiques à base de nanostructures de CuO pour la détection du glucose.

Le projet s'articulera autour des axes suivants :

- Synthèse bibliographique : Étude approfondie des capteurs à base de nanostructures d'oxydes métalliques, en particulier le CuO, pour la détection du glucose.
- Optimisation des conditions de préparation : Élaboration et optimisation des films minces de nanostructures de CuO.
- Caractérisation : Analyse structurale, morphologique et électrochimique des nanostructures développées.
- Évaluation des performances métrologiques : Détermination des caractéristiques du capteur, notamment sa sensibilité, sa plage de détection, son temps de réponse et sa durée de vie. Une étude sur des échantillons biologiques réels (sang) sera également menée pour valider l'efficacité du capteur.

Sujet P4 : Synthèse et caractérisation des nanostructures pour applications opto-électroniques

Profil cherché : Master Pro, Ingénieur, Master de recherche

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Matériaux

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mohamed BARBOUCHE (mohamed.barbouche@crmn.mesrs.tn)

Description :

Etude, modélisation, synthèse et caractérisation des nanostructures pour applications opto-électroniques.

21

Travail demandé :

- Etude et modélisation des structures à développer
- Elaboration des couches minces
- Caractérisation structurales, optiques et électriques
- Optimisation des paramètres et des propriétés

Mots clés : Nanotechnologie, optiques, microélectronique

Sujet P5 : Optimisation et analyse comparative des capteurs optiques PCF-SPR pour différents matériaux plasmoniques

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro, Master de recherche

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Génie Electrique , Physique, Matériaux

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Sameh KAZIZ (sameh.kaziz@crmn.rnrt.tn)

Description :

Le stage propose une étude approfondie des capteurs optiques basés sur les fibres à cristaux photoniques (PCF) utilisant la résonance plasmonique de surface (SPR). L'objectif est de comparer les performances de différents matériaux plasmoniques (Or, Argent, Aluminium et Cuivre) en termes de sensibilité en longueur d'onde, sensibilité en amplitude, figure de mérite et pertes de confinement. Le projet inclut l'optimisation des paramètres géométriques de la fibre pour maximiser la sensibilité et la fiabilité des mesures. Ce travail combine simulation numérique par la méthode des éléments finis (FEM) et analyse comparative scientifique des résultats.

Travail demandé :

- Étudier la conception de capteurs PCF-SPR et leurs principes de fonctionnement.
- Simuler les capteurs avec différents matériaux plasmoniques (Au, Ag, Cu, Al) sous différentes polarizations.
- Analyser les performances : sensibilité en longueur d'onde, sensibilité en amplitude, figure de mérite et longueur de capteur.
- Identifier le matériau plasmonique optimal pour la détection de changements de l'indice de réfraction.
- Comparer les résultats obtenus avec ceux de la littérature récente et rédiger un rapport scientifique complet.

Mots clés : Capteur optique, Fibre à cristaux photoniques, Résonance plasmonique de surface, matériaux plasmoniques, Simulation FEM, Optimisation

Références:

- <https://doi.org/10.1016/j.yofte.2018.12.017>
- <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.319>
- [https://doi: 10.1109/JSEN.2025.3578144](https://doi.org/10.1109/JSEN.2025.3578144)

Sujet CM1 : Etude de la dispersion des nanotubes de carbone : rôle des solvants et des groupes fonctionnels

Profil cherché : Master Pro, Licence

Spécialité : Chimie, Matériaux ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / Labo NANOMISENE

Directeur universitaire du PFE : Dr. Bessem BEN DOUDOU (bessem.bendoudou@crmn.rnrt.tn)

Description :

Les nanotubes de carbone présentent des propriétés exceptionnelles qui peuvent être exploitées dans une large gamme d'applications, y compris dans les nanocomposites. Toutefois, pour tirer pleinement parti de ces propriétés, il est essentiel d'obtenir une dispersion homogène des nanotubes dans les matrices polymères ou solvants. Cette dispersion est souvent difficile à réaliser en raison des forces de Van der Waals qui conduisent à l'agrégation ou à la reformation des nanotubes en faisceaux. La fonctionnalisation chimique des nanotubes et le choix du solvant jouent un rôle clé dans la stabilité et la qualité de cette dispersion.

L'objectif de ce stage est d'analyser l'effet des groupes fonctionnels (par exemple, -COOH, -OH, -NH₂) sur la dispersion des nanotubes de carbone dans différents solvants. L'étudiant réalisera une étude comparative de la qualité de la dispersion des nanotubes fonctionnalisés dans divers solvants, notamment des solvants polaires et organiques, en utilisant des techniques de caractérisation appropriées.

Travail demandé :

- Fonctionnalisation des nanotubes de carbone
- Dispersion des nanotubes dans différents solvants
- Caractérisation de la dispersion et évaluation de l'affinité des nanotubes fonctionnalisés avec les solvants
- Analyse de l'effet des solvants sur l'interaction avec les groupes fonctionnels des nanotubes
- Comparer l'effet des différents groupes fonctionnels sur la stabilité et la qualité de la dispersion.

Sujet CM2 : Modéliser l'adsorption des polluants environnementaux sur l'argile

Profil cherché : Master Pro, Licence

Spécialité : Chimie, Energétique, Matériaux

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / Faculté des Sciences de Monastir

Directeur universitaire du PFE : Dr. Lotfi SELLAOUI (sellaouilotfi@yahoo.fr)

Description :

Ce sujet consiste à étudier la capacité de l'argile à retenir différents polluants environnementaux. Il s'agit de comprendre les mécanismes d'adsorption et d'utiliser un modèle approprié pour décrire ce phénomène. L'objectif est d'évaluer l'efficacité de l'argile comme matériau naturel pour la dépollution.

Travail demandé :

- Choisir quelques polluants environnementaux.
- Etudier comment l'argile peut les retenir.
- Utiliser un modèle pour décrire cette adsorption.

- Comparer les résultats du modèle avec les données obtenues.
- Conclure sur l'efficacité de l'argile pour capter ces polluants.

Sujet CM3 : Dépollution des eaux contaminées par voie photo/sono catalytique

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro, Licence

Spécialité : Chimie, Matériaux, Biologie

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mosaab ECHABAANE (mosaab.echabaane@gmail.com)

Dr. Tarek SEKRAFI

24

Description :

Les eaux contaminées, affectées par les activités industrielles telles que le textile, la chimie, la pharmaceutique et l'électronique, contiennent des polluants complexes, notamment des colorants, des métaux lourds et des résidus médicamenteux. Ces contaminants présentent des structures chimiques souvent stables et non dégradables, ce qui les rend persistants dans l'environnement et difficiles à éliminer par les procédés classiques de traitement des eaux. Il apparaît donc nécessaire de développer une méthode de dépollution avancée pour permettre la réutilisation d'eaux usées.

Travail demandé :

Ce projet a pour objectif de développer une technique photo/sonocatalytique, afin de dépolluer l'eau usée. Dans cette optique, le travail sera organisé selon les axes suivants:

- Synthèse et caractérisation des photo/sonocatalyseurs
- Optimisation des conditions expérimentales pour les mesures photo/sonocatalytiques
- Évaluation de l'efficacité des systèmes photo/sonocatalytiques

Sujet CM4 : Adsorption des colorants textiles par des nanoparticules d'oxydes métalliques

Profil cherché : Licence, Master Pro, Ingénieur

Spécialité : Biologie, Matériaux, Chimie

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mosaab ECHABAANE (mosaab.echabaane@gmail.com)

Dr. Tarek SEKRAFI

Description :

L'eau est un élément essentiel à la vie et constitue une ressource vitale pour tous les organismes vivants. Cependant, elle est vulnérable à la contamination par des substances chimiques et biologiques, ce qui en fait un problème majeur dans le monde. Ainsi, l'adsorption de ces polluants par des nanoparticules d'oxydes métalliques apparaît comme une solution prometteuse pour réduire ces contaminants.

Travail demandé :

Ce projet a pour objectif de développer des nanoparticules, notamment à base de ZnO et CuO, afin d'adsorber efficacement des colorants textiles comme le bleu de méthylène et l'orange. Pour atteindre cet objectif, le travail se déclinera en plusieurs axes :

Dans cette optique, le travail proposé se structurera autour des axes suivants :

- Synthèse de nanoparticules de d'oxydes métalliques
- Caractérisation de d'oxydes métalliques
- Optimisation des conditions expérimentales
- Détermination des propriétés d'adsorption

Sujet CM5 : Synthèse et caractérisation de nanoparticules de carbone

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro, Licence

Spécialité : Chimie, Matériaux, Biologie

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mosaab ECHABAANE (mosaab.echabaane@gmail.com)

25

Description :

De nos jours, Les nanoparticules de carbone suscitent un intérêt croissant. Ces derniers possèdent des propriétés physicochimiques remarquables, telles qu'une faible toxicité, une bonne biocompatibilité, une stabilité chimique élevée, une solubilité dans l'eau et une photoluminescence largement ajustable. Ils permettent ainsi de nombreuses applications dans les domaines de l'électronique, de l'optique, de l'énergie et de la biologie.

Travail demandé :

L'objectif de ce travail est la préparation, la synthèse et la caractérisation de nanomatériaux de carbone à partir de ressources naturelles.

Le projet s'articulera autour des axes suivants :

- Synthèse bibliographique
- Optimisation des conditions de préparation des nanomatériaux de carbone
- Caractérisation des nanomatériaux de carbone préparés

Sujet IM1 : Mise en place d'une plateforme de simulation haute performance : Implémentation, optimisation et validation du code SIESTA pour l'étude des matériaux nanostructurés

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro, Licence

Spécialité : Informatique, Génie Logiciel ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / Labo NANOMISENE

Directeur universitaire du PFE : Dr. Bessem BEN DOUDOU (bessem.bendoudou@crmn.rnrt.tn)

26

Description :

Ce projet consiste à développer et déployer une plateforme de simulation haute performance pour l'étude des matériaux nanostructurés, en utilisant le code SIESTA. L'objectif principal est d'implémenter ce code dans un environnement informatique adapté, capable de supporter des simulations lourdes et de grande envergure.

Cette plateforme devra être configurée pour exécuter SIESTA en mode série, pour effectuer des tests rapides et des validations de base, mais aussi en mode parallèle, en utilisant des techniques de calcul parallèle telles que MPI, afin de gérer des simulations complexes qui nécessitent des ressources de calcul massives.

Travail demandé :

- Installation multi-environnement : Compiler SIESTA en mode série et en mode parallèle
- Mise en place de protocoles de test et de validation pour évaluer l'efficacité du code et des outils associés
- Élaboration d'un protocole pour la préparation des calculs : sélection et test de pseudopotentiels, Rédaction de modèles de fichiers d'entrée (.fdf) commentés pour différents types de calculs (relaxation de structure, structure de bandes, densité d'états DOS)
- Étude d'un matériau (au choix) afin de valider l'implémentation du code

Compétences requises :

- Langages de programmation : Python, Bash, C, Fortran ou C++.
- Connaissance des environnements Unix/Linux et des outils de développement associés (compilateurs, gestion de versions)
- Connaissance des techniques de programmation parallèle et des bibliothèques comme MPI ou OpenMP

Mots clés : Simulation numérique, Code SIESTA, Linux, Calcul parallèle

Sujet IM2 : BioTraceChain : Une plateforme Web3 pour la traçabilité transparente et immuable des produits biologiques de la ferme à l'assiette

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Informatique, Electronique et Microélectronique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / En ligne

Directeur universitaire du PFE : Mr. Hamdi HAJ ROMDHANE (hamdi.hrd@gmail.com)

Description :

Ce projet vise à résoudre le problème de confiance et de transparence dans la chaîne d'approvisionnement des produits biologiques. En utilisant la blockchain (Web3) pour enregistrer de manière infalsifiable chaque étape (production,

transformation, transport, vente) et l'IoT pour collecter automatiquement des données (température, humidité), la plateforme offre aux consommateurs une garantie d'authenticité. L'utilisateur final peut scanner un QR code sur un produit pour voir son historique complet, certifié par la technologie.

Travail demandé :

- Développement d'une application React conviviale contenant :
 - Interface pour les producteurs pour enregistrer de nouveaux lots.
 - Interface publique pour les consommateurs pour consulter l'historique d'un produit.
 - connexion via metamask
- Etude et Conception de l'architecture technique (blockchain choisie, e.g., Ethereum/Polygon, type de capteurs IoT).
- Développement des smart contracts (en Solidity) pour enregistrer les événements de la chaîne logistique.

Mots clés : IoT, React, Smart Agriculture

27

Sujet IM3 : HealthGuard App : Application React Web3 pour la Visualisation et la Gestion de Données de Santé Décentralisées

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Génie Logiciel, Informatique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / En ligne

Directeur universitaire du PFE : Mr. Hamdi HAJ ROMDHANE (hamdi.hrd@gmail.com)

Description :

Ce PFE développe une interface utilisateur complète permettant aux patients et professionnels de santé d'interagir avec un écosystème décentralisé de monitoring médical. L'application combine la visualisation avancée de données de santé issues de capteurs connectés, la gestion sécurisée des actifs numériques de santé, et la gouvernance communautaire autour des protocoles de soins.

Travail demandé :

- Intégration Web3 & Sécurité Médicale :
 - Connexion WalletConnect/MetaMask avec authentification biométrique
 - Interaction avec les smart contracts de gestion des consentements (web3.js/ethers.js)
 - Chiffrement end-to-end des données de santé sensibles
- Visualisation des Données Médicales :
 - Tableaux de bord temps réel des signes vitaux (ECG, glycémie, tension)
 - Graphiques historiques et analyse de tendances santé
 - Alertes intelligentes pour les valeurs critiques
 - Interface de suivi patient pour les médecins

Mots clés : React, TypeScript, Web3.js, Chart.js, Tailwind CSS, IPFS IoT Orange Pi / Raspberry Pi

Sujet IM4 : Analyse des territoires agricoles non exploités en Tunisie par l'observation spatiale

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Informatique , Géomatique ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Prof. Kamel BESBES (kamel.besbes@fsm.rnu.tn)

Dr. Samer LAHOUAR

Description :

L'objectif de ce sujet est d'utiliser les données spatiales open-source d'observation de la terre pour identifier et analyser les territoires agricoles non exploités en Tunisie. Cette étude doit commencer par la collecte et l'analyse des données spatiales à partir de plateformes d'observation de la terre (tel que le système Européen Copernicus). Ensuite, des méthodologies pour l'intégration et l'interprétation des données spatiales doivent être développées afin d'identifier avec précision les zones agricoles et leurs degrés d'exploitation en fonction du temps. Cette étude doit permettre de créer des cartes indiquant les zones non exploitées ainsi que des statistiques sur ces zones.

Travail demandé :

- Étude bibliographique sur les systèmes d'observation de la terre
- Acquisition des données spatiales sur les zones d'intérêt
- Traitement des données spatiales et identification des territoires agricoles non exploités
- Etude de cas et évaluation de la performance du système

Mots clés : Observation de la terre, Zones agricoles, Données spatiales

28

Sujet IM5 : Développement d'un démonstrateur immersif de mission spatiale de nanosatellite pour Meta Quest 3

Profil cherché : Ingénieur, Licence

Spécialité : Informatique , Génie Logiciel, Multimédia, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Prof. Kamel BESBES (kamel.besbes@fsm.rnu.tn)

Dr. Samer LAHOUAR

Description :

L'objectif de ce sujet est de développer un démonstrateur immersif d'une mission spatiale de nanosatellite en utilisant le casque VR Meta Quest 3. Le démonstrateur doit montrer à l'utilisateur les principales phases d'une mission spatiale, telles que le lancement du satellite, le déploiement de ses sous-systèmes (antennes, panneaux photovoltaïques, etc.), conduite de la mission, rentrée en atmosphère et désintégration. Le démonstrateur sera réalisé dans un but éducatif afin de simplifier la compréhension d'une mission nanosatellite.

Travail demandé :

- Étude bibliographique sur les nanosatellites et leurs missions spatiales
- Etude approfondie du casque VR Meta Quest 3 et choix des outils de développement

- Conception et réalisation du démonstrateur VR
- Test et évaluation de la performance du système

Mots clés : Virtual Reality (VR), Nanosatellites, Mission spatiale, Meta Quest 3

Sujet IM6 : Développement de la stratégie de communication et de visibilité de l'Unité de Valorisation

Profil cherché : Licence, Master Pro, Ingénieur

Spécialité : Multimédia ou Design Graphique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Mme. Mouna MESTIRI (mouna.mestiri@crmn.rnrt.tn)

29

Description :

Mettre en place une stratégie de communication intégrée visant à renforcer la visibilité de l'Unité de Valorisation, promouvoir ses projets, attirer des partenaires industriels et diffuser les résultats et innovations vers le public cible.

Travail demandé :

- Cartographier les besoins en communication de l'Unité de Valorisation.
- Créer une identité visuelle cohérente (templates, chartes, supports).
- Développer une stratégie digitale (site web, réseaux sociaux, newsletter).
- Créer du contenu : success stories, prototypes développés, fiches projets.
- Mettre en valeur les projets de recherche, plateformes, prototypes, brevets.
- Développer des outils de communication interne et externe.
- Aider à construire un plan de communication annuel.

Mots clés : Plan de communication complet, Identité visuelle harmonisée, Kits de communication prêts à l'usage, Fiches projets + fiches prototypes

Sujet T1 : Simulation d'un radôme diélectrique intégrant une antenne micro-ruban pour des applications aéronautiques

Profil cherché : Master Pro, Ingénieur

Spécialité : Télécommunication

Lieu : CRMN, Sousse Technopole / Faculté des sciences de Monastir

Directeur universitaire du PFE : Dr. Faouzi NASRI (nasri.faouzi@crmn.mesrs.tn)

Description :

Pour assurer une communication et une navigation sûre et efficace pour les aéronefs, les antennes de communication aéroportées doivent être hautement omnidirectionnelles et bien adaptées à leur émetteur-récepteur correspondant. Les systèmes de communication des aéronefs actuels doivent transférer plus de données, ces systèmes ont besoin d'antennes ayant des exigences plus élevées.

Travail demandé :

- Ce projet de fin d'études vise la conception d'une antenne monopôle et intégrée dans un radôme. L'antenne est destinée à fonctionner sur la bande de fréquences $[0,1 - 2]$ GHz.
- Les objectifs :
 - -Satisfaire aux exigences des systèmes de radio-navigation et de communication aérienne, qui nécessitent une bande passante ultra large, un gain élevé et un diagramme de rayonnement omnidirectionnel.
 - - S'adapter aux contraintes d'installation sur un aéronef, en particulier par la réduction de son encombrement physique par rapport aux antennes classiques couvrant la même bande de fréquences.
- L'étude portera sur l'analyse de l'influence des paramètres géométriques de l'antenne (forme composite, dimensions du plan de masse) sur ses principales caractéristiques électriques : fréquence de résonance, bande passante et directivité.
- La conception, l'optimisation et l'analyse des performances de l'antenne seront réalisées par des simulations électromagnétiques à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysics.

Mots clés : Radôme diélectrique, Antenne micro-ruban, Aéronautiques

Sujet T2 : Mise en place d'un système d'adaptation d'impédance pour une antenne boucle.

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Télécommunication, Electronique et Microélectronique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mohamed HADJ SAID (mohamed.hadjsaid@crmn.rnrt.tn)

Description :

Les petites antennes à boucles ('small loop antenna') sont constituées généralement d'une boucle fermée, avec un ou plusieurs tours, et sont utilisées dans une large gamme d'applications telles que : les radios et les systèmes de navigation. Ces antennes, dont la circonférence est inférieure à $1/10$ de la longueur d'onde, fonctionnent principalement sur la composante magnétique des ondes électromagnétiques et sont idéales pour recevoir des signaux dans des environnements

bruyants. Dans ce cadre, on se propose dans ce stage de concevoir un système d'adaptation d'impédance $50\ \Omega$ d'une petite antenne en boucles, déjà fabriquées sur un support FR4, fonctionnelles à 40MHz.

Travail demandé :

- Etude bibliographique sur les petites antennes en boucles et les systèmes d'adaptation d'impédance de ces derniers.
- Caractérisations de l'antenne déjà conçus avec une résonance de 40MHz.
- Implémentation d'un système d'adaptation d'impédance $50\ \Omega$ à cette antenne pour la fréquence de résonance.
- Simulation sur ADS ou Sonnet du comportement de l'antenne finale et validation des résultats.
- Fabrication d'un nouveau prototype adapté et validation des résultats trouvés.

Mots clés : Antenne à boucle, Adaptation d'impédance, ADS, HFSS

Sujet T3 : Etude et caractérisation d'une antenne boucle 'loop' couplée à un amplificateur RF pour la détection des décharges électriques

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Télécommunication, Génie Electrique , Electronique et Microélectronique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Mohamed HADJ SAID (mohamed.hadsaid@crmn.rnrt.tn)

Description :

Une décharge électrique (DE) est un phénomène au cours duquel un milieu isolant — comme l'air, un gaz ou même un matériau solide — devient subitement conducteur sous l'effet d'une forte différence de potentiel. Lors de déclenchement de ces décharges, plusieurs effets sont produits tel que l'émission d'une onde électromagnétique. Dans ce cadre, on se propose dans ce stage de détecter ces décharges en utilisant des antennes boucles magnétiques ('small loop antenna') avec un amplificateur RF large bande.

Travail demandé :

- Etude bibliographique sur les petites antennes à boucles et les amplificateurs RF.
- Simulation du comportement de l'antenne boucle avec le logiciel Sonnet ou HFSS et détermination du circuit électrique équivalent.
- Caractérisations de l'antenne et l'amplificateur avec le VNA.
- Test de l'ensemble totale (antenne + amplificateur) lors de l'exposition d'une source de décharge électrique.

Mots clés : Amplificateur RF, Décharge électrique, Antenne à boucle, etc...

Sujet T4 : Conception et optimisation d'un réseau d'antennes patches

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Electronique et Microélectronique, Télécommunication, Systèmes Embarqués, Génie Electrique

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Nizar HABBACHI (nizar.habbachi@crmn.rnrt.tn)

Description :

Ce projet se concentre sur la conception, la modélisation, la simulation et la fabrication d'un réseau d'antennes patches (Array Antenna). Les réseaux d'antennes sont cruciaux pour implémenter la technologie de formation de faisceau (Beamforming), qui permet de diriger l'énergie du signal vers l'utilisateur, augmentant ainsi le débit, la portée et l'efficacité spectrale.

L'objectif est de développer un réseau miniature, en utilisant des patches microbandes alimentés par une ligne microbande ou une structure de couplage électromagnétique. L'objectif est de garantir un profil bas et une intégration facile dans les dispositifs portables ou les stations de base. Le travail impliquera l'étude de l'effet de l'espacement entre les éléments, du circuit d'alimentation (diviseur de puissance) et des techniques de minimisation du couplage mutuel entre les éléments du réseau, ce qui est un défi majeur dans la conception d'antennes denses.

Travail demandé :

Le PFE sera structuré autour des étapes clés de la conception à la fabrication et le test d'un réseau d'antennes :

Étape 1 : Étude Bibliographique et Choix des Spécifications

- Recherche approfondie sur les antennes patches microbandes (conception, matériaux, fréquences, techniques).
- Définition des spécifications cibles (fréquence de travail, bande passante, gain, polarisation, taux de couplage mutuel acceptable).

Étape 2 : Conception et Simulation de l'Élément Unique (Patch)

- Dimensionnement initial de l'élément patch (longueur, largeur) pour la fréquence choisie.
- Modélisation et simulation de l'antenne patch unique sur un substrat diélectrique (e.g., Rogers, FR4), en utilisant un logiciel de simulation électromagnétique (e.g., HFSS, CST Microwave Studio).
- Optimisation du point d'alimentation pour obtenir une adaptation d'impédance.

Étape 3 : Conception du Réseau et du Circuit d'Alimentation

- Développement du réseau en déterminant l'espacement optimal entre les éléments.
- Conception d'un diviseur de puissance microbande (e.g., Wilkinson ou T-junction) pour alimenter les patches avec la phase et l'amplitude désirées.
- Simulation complète du réseau d'antennes et évaluation des paramètres de performance (diagramme de rayonnement, gain, efficacité, et matrices de diffusion S pour le couplage mutuel, etc).

Étape 4 : Validation et Optimisation

- Exploration des techniques pour réduire le couplage mutuel (e.g., utilisation de fentes, de surfaces de confinement, ou de structures d'annulation).
- (Optionnel si le temps le permet) Étude de la variation de la directivité du faisceau en appliquant des poids (amplitudes/phases) différents aux éléments.

Étape 5 : Fabrication et Caractérisation Expérimentale (Nouvelle Étape)

- Prototypage :
 - Génération des fichiers de fabrication (Gerber ou DXF).
 - Gravure du circuit imprimé (PCB) sur le substrat sélectionné (ex: Rogers RT/duroid ou FR4 si basse fréquence) en utilisant une fraiseuse numérique ou par gravure chimique.

- Montage et soudure des connecteurs (ex: connecteurs SMA ou K selon la fréquence).
- Tests et Mesures :
 - Mesure des paramètres de réflexion et du rapport d'ondes stationnaires (VSWR) à l'aide d'un Analyseur de Réseau Vectoriel (VNA).
 - Analyse comparative : Confrontation des résultats de mesure avec les résultats de simulation (Étude des écarts "Simulation vs Mesure") et interprétation des différences (tolérances de fabrication, permittivité réelle, pertes de soudure).

Sujet T5 : Mise en œuvre d'une chaîne de communication nanosatellites-sol basée sur SDR

33

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Génie Electrique , Télécommunication, Systèmes Embarqués, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Samer LAHOUAR (samer.lahouar@crmn.rnrt.tn)

Prof. Kamel BESBES

Description :

Ce sujet est proposé dans le cadre des activités du Centre de Recherche en Microélectronique et Nanotechnologie (CRMN) de Sousse dans le domaine spatial. Ces activités ont été lancées fin 2018 dans le cadre du projet FACT : Fabrication et Applications des CubeSats en Tunisie coordonné par le CRMN. Le projet FACT avait pour but d'acquérir les compétences nécessaires pour le développement de petits satellites de type CubeSat (satellite de forme cubique de 10cm de côté).

Une fois lancé dans l'espace, le CubeSat doit communiquer avec les stations au sol pour leur transmettre les données qu'il est en train de collecter durant sa mission. Pour se faire, un système de communication embarqué est utilisé. Ainsi, le but de ce sujet est de réaliser toute la chaîne de communication entre le CubeSat et la station au sol. Cette chaîne doit inclure l'émetteur/récepteur embarqué sur le CubeSat ainsi que l'émetteur/récepteur de la station au sol et doit permettre l'envoi et la réception de différents types de données telles que le Beacon, les Télémétries et les Télécommandes en utilisant un protocole de communication approprié. A noter que le système au sol sera basé sur SDR (Software Defined Radio) qui doit être programmé selon les exigences de la mission.

Travail demandé :

- Etude bibliographique sur les SDR et les CubeSat en général et le système de communication en particulier.
- Etude approfondie des protocoles de communication utilisés pour la communication spatiale
- Réalisation du système de communication basé sur SDR.
- Tests et validation du système réalisé.

Mots clés : Système de Communication CubeSat, SDR, Télécommande (TC), Télémétrie (TM)

Sujet T6 : Conception et fabrication d'une antenne station au sol pour la communication avec les nanosatellites

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Génie Electrique , Télécommunication, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Samer LAHOUAR (samer.lahouar@crmn.rnrt.tn)

Prof. Kamel BESBES

Description :

Ce sujet est proposé dans le cadre des activités du Centre de Recherche en Microélectronique et Nanotechnologie (CRMN) de Sousse dans le domaine spatial qui visent à acquérir les compétences nécessaires pour le développement et la fabrication de petits satellites de type CubeSat (satellite de forme cubique de 10cm de côté).

Dans ce cadre, l'objectif de ce sujet est d'étudier ensuite fabriquer une antenne pour la station au sol (Ground Station) qui sera installée au CRMN. Cette antenne doit permettre la communication avec les nanosatellites en bande UHF. Puisque les antennes des satellites en orbite n'ont pas généralement la même orientation que l'antenne de la station au sol, cette dernière doit avoir une polarisation circulaire afin de recevoir le maximum de puissance. L'antenne réalisée durant ce projet doit être testée au CRMN pour valider ses performances.

Travail demandé :

- Étude bibliographique sur les CubeSats et en particulier le système de communication.
- Etude bibliographique sur les stations au sol et leurs antennes.
- Conception et fabrication de l'antenne.
- Test et évaluation des performances de l'antenne réalisée.

Mots clés : CubeSats, Ground Station, Antenne UHF, Polarisation circulaire

Sujet Me1 : Conception et Réalisation d'un pupitre de commande pour le système TVAC

Profil cherché : Ingénieur, Licence, Master Pro

Spécialité : Electromécanique, Mécanique, Mécatronique, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Samer LAHOUAR (samer.lahouar@crmn.rnrt.tn)

Prof. Kamel BESBES

Description :

Ce sujet est proposé comme continuité d'un projet qui a été réalisée l'année dernière au centre et dont le but était de développer la partie commande du système de Test Thermique sous vide (TVAC). Le système TVAC développé permet d'exposer les petits satellites (surtout du format CubeSat) à un environnement spatial simulé au laboratoire afin de s'assurer de leur bon fonctionnement une fois lancés dans l'espace.

Le projet actuel a pour but de finaliser le système de commande déjà développé et ce par la conception et la réalisation de la partie mécanique où le système de commande sera logé sous la forme d'un pupitre de commande installé à côté du système TVAC. Le pupitre à réaliser doit prévoir l'emplacement des cartes électroniques de commande ainsi que l'écran d'affichage de l'état du système. Le pupitre doit être ergonomique, robuste et facile à utiliser

Travail demandé :

- Recherche bibliographique sur les CubeSats et le système TVAC.
- Conception et réalisation du pupitre de commande.
- Intégration du pupitre dans le système TVAC
- Test et validation du système réalisé.

Mots clés : Test Thermique sous vide, CubeSat, Pupitre de commande

Sujet Me2 : Conception et fabrication d'un système de test d'attitude pour le module ADCS d'un CubeSat

Profil cherché : Ingénieur, Licence, Master Pro

Spécialité : Mécatronique, Mécanique, Electromécanique, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Samer LAHOUAR (samer.lahouar@crmn.rnrt.tn)

Dr. Mounir MANSOUR

Description :

Ce sujet est proposé comme continuité des activités du Centre de Recherche en Microélectronique et Nanotechnologie (CRMN) dans le domaine spatial et particulièrement le développement de petits satellites de type CubeSat. En effet, dernièrement la conception et la construction des CubeSats sont devenues à la portée des étudiants et des universités

Un CubeSat est un satellite de forme cubique, de petite dimension (10cm de côté). Le CubeSat comporte plusieurs composants ou modules similaires à ceux d'un grand satellite. On peut citer : le module d'alimentation, le système de communication, le système de détermination et de contrôle de l'attitude (ADCS), etc. En particulier l'ADCS est un module très important puisqu'il permet de déterminer l'attitude (ou orientation) du CubeSat puis de la contrôler afin de stabiliser le satellite ou changer son orientation, selon les besoins de la mission.

Le projet actuel rentre dans ce cadre. Il consiste à étudier et ensuite réaliser un banc d'essais mécanique qui va permettre de tester le bon fonctionnement du sous-système ADCS. Le banc d'essais doit permettre la rotation libre et sans frottements du CubeSat simulant ainsi son mouvement dans l'espace.

Travail demandé :

- Etude bibliographique sur les CubeSats et les systèmes de rotation sans frottement.
- Conception et réalisation du système.
- Tests et validation du fonctionnement.

Mots clés : CubeSat, ADCS, Rotation libre sans frottement

Sujet G1 : Gestion technique et opérationnelle d'un programme de mise en orbite d'un nanosatellite

Profil cherché : Ingénieur

Spécialité : Génie Industriel, Ingénierie Système, ou filière proche

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Prof. Kamel BESBES (kamel.besbes@fsm.rnu.tn)

Dr. Samer LAHOUAR

Description :

Ce sujet est proposé dans le cadre des activités du Centre de Recherche en Microélectronique et Nanotechnologie (CRMN) de Sousse dans le domaine spatial, en particulier la préparation d'un CubeSat (petit satellite de forme cubique de 10cm de côté) pour le lancement.

Le but de ce sujet est de préparer les dossiers technique et opérationnel du CubeSat selon la mission spécifique du satellite ainsi que les exigences des lanceurs potentiels (tel que KiboCube à bord de l'ISS et l'agence spatiale japonaise, JAXA).

Travail demandé :

- Étude bibliographique sur les CubeSats
- Recherche sur les exigences de lancement
- Préparation des dossiers techniques nécessaires
- Validation des documents préparés

Mots clés : Mission CubeSat, Lancement CubeSat, Dossiers techniques CubeSat

37

Sujet G2 : Élaboration d'un guide métrologique pour l'évaluation de l'incertitude de mesure pour le microscope électronique à balayage

Profil cherché : Ingénieur, Master Pro

Spécialité : Toute spécialité qui a l'option Qualité

Lieu : CRMN, Sousse Technopole

Directeur universitaire du PFE : Dr. Kaouther MARZOUKI (kaouther.marzouki@gmail.com)

Description :

Dans le cadre du processus d'accréditation de la technique de microscopie électronique, il est indispensable de maîtriser l'évaluation de l'incertitude associée aux mesures réalisées par cette technique.

L'objectif principal de ce projet est de rassembler l'ensemble des référentiels, normes, guides techniques et documents scientifiques relatifs à l'évaluation de l'incertitude en microscopie électronique, de les analyser et de les synthétiser dans un guide clair, structuré et facile à exploiter.

Travail demandé :

- Comprendre le fonctionnement du microscope électronique à balayage
- Déterminer et classer les sources d'incertitude associées à l'équipement
- Élaborer des procédures d'estimation de l'incertitude
- Élaborer un guide complet regroupant l'ensemble des référentiels normatifs, ce document final devra permettre la mise en conformité de la technique MEB avec les exigences d'accréditation ISO 17025.

Mots clés : Évaluation des incertitudes de mesures , MEB, ISO 17025, procédures