



تحت رعاية وزير التعليم العالي والبحث العلمي

Sous le Haut Patronage du Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

تنظم الجمعية الموريتانية للفيزياء مؤتمرها الدولي الأول

تحت شعار: الفيزياء في خدمة التنمية

La SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE organise son premier congrès sous le Thème : LA PHYSIQUE AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES



Du 16 au 18 Juin 2025 - à l'Hotel MauriCentre

من 16 إلى 18 يونيو 2025 - في فندق موري سانتر

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE
DE PHYSIQUE



الجمعية الموريتانية
للفيزياء

المؤتمر الدولي الأول 1^{er} Congrès



الموريتانية للطيران
Mauritania Airlines



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE
DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء

المؤتمر الدولي الأول

أعمال المؤتمر الدولي الأول

Les actes du Congrès



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Programme du 1^{er} Congrès

Lundi 16 Juin 2025	
08h30 - 09h00	Inscription et accueil des participants
09h00 - 09h30	Ouverture officielle
09h30 - 09h45	Discours du Président de la Société Mauritanienne de Physique
09h45 – 10h45	Session 1 : Présentation des sociétés de physique Président : Prof. Dah Ahmedou Memoune Président de la Société Mauritanienne de Physique
	Prof. Ahmedou Wague Président de la Société Africaine de Physique
	Prof. Adel Trabelsi Président de la Société Tunisienne de Physique
	Prof. Abdelmajid Kadiri Président de l'association Marocaine de Physique
10h45 - 11h30	Pause-café
11h30 - 12h30	Session de posters
12h30 - 13h30	Session 2 : Les défis de création des sociétés savantes Président : Prof. Ahmedou Wague
	Prof. Oumar Ka Président de la Société Ouest Africaine de Physique, et la Société Sénégalaise de Physique
	Prof. Shaaban Khalil Président de la Société Arabe de Physique
13h30 - 15h00	Déjeuner
15h00 - 17h00	Assemblée Générale

Mardi 17 Juin 2025	
09h00 - 09h30	Inscription et accueil des participants
09h30 - 10h45	Session 3 : Physique fondamentale et théorique Président : Prof. Abdellahi Aboubecrine
	Conférence plénière 1 : Prof. Shaaban Khalil Frontiers in Particle Physics: Beyond the Standard Model
	Communication orale 1 : Dr. Ousmane Ly, FST/ Université de Nouakchott High Harmonic Generation from Nonlinear Band Dynamics in Driven Quantum Systems
	Conférence plénière 2 : Prof. Adel Trabelsi Les dernières avancées en physique quantique
	Communication orale 2 : Prof. Hova Hoavo, Université de Kara Étude de la dynamique des mélanges superfluides
10h45 - 11h30	Pause-café
11h30 – 12h30	Session 4 : Physique et disciplines connexes Président : Prof. Ahmed Meissa
	Conférence plénière 3 : Prof. Abdelmajid Kadiri Nanomagnetism and Simulation: From Theory to Real-World Applications
	Communication orale 3 : Prof. Ganiou Gbénga Moussiliou, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry Étude cosmologique des singularités en temps fini à partir des systèmes dynamiques en théorie Teleparallèle modifiée
	Communication orale 4 : Prof. Salako Godonou Inès Ecole de Génie Rural EGR, UNA Étude de configurations d'étoiles compactes anisotropes en gravité $f(R, T)$ via vecteurs conformes de Killing
12h30 - 13h30	Session 5 : Sciences des matériaux durables Président : Prof. Teyeb Mohamed Mahmoud
	Conférence plénière 4 : Prof. Oumar Ka From Materials Science to Nuclear Physics
	Communication orale 5 : Dr. TALL Abdoulaye, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry Utilisation de Matériaux Organique Locaux pour les Applications Electroniques

	<p>Communication orale 6 : Dr. Mohamed Ould Moussa, ISME, Groupe Polytechnique Physico-chemical characterization of bamboo fiber composites exposed to a wet-dry aging cycle</p> <p>Communication orale 7 : Zghouma Gue Lhadj Amar, FST/Université de Nouakchott Elaboration, caractérisation et étude des propriétés d'optique nonlinéaire de nouveaux composés hybrides organo-minéraux</p>
13h30 - 15h00	Déjeuner
15h00 - 17h00	<p>Session 6 : Énergies renouvelables et hydrogène vert Président : Prof. Menny Bah</p> <p>Conférence plénière 5 : Prof. Menny Bah, FST/ Université de Nouakchott L'Hydrogène Vert en Afrique – Cas de la Mauritanie</p> <p>Communication orale 8 : Dr. Mohamed Ould Moussa, ISME, Groupe Polytechnique Towards wind turbines induced rotation by a shape memory alloys-based actuator</p> <p>Communication orale 9 : Thierno Madani Sidibé, Université des Sciences, des Techniques et Technologies de Bamako Étude de performance de la production d'une installation photovoltaïque</p> <p>Communication orale 10 : Elemine Sow, FST/ Université de Nouakchott Évaluation du Potentiel de Production d'Hydrogène Vert à partir de l'Énergie Solaire et Éolienne en Mauritanie</p> <p>Communication orale 11 : Roughaya Mohamed Lemine Mohamed Ahmed, FST/ Université de Nouakchott Étude de l'accumulation de poussière sur les surfaces solaires en milieu sahélien : cas de la Mauritanie</p>
Mercredi 18 Juin 2025	
09h00 - 09h30	Inscription et accueil des participants
09h30 - 10h30	<p>Session 7 : Mécanique des fluides et applications Président : Prof. Ahmedou Mohamed Mahmoud</p> <p>Conférence plénière 6 : Prof. Ahmedou Mohamed Mahmoud, FST/ Université de Nouakchott Bulles d'air comme isolant sonore</p> <p>Communication orale 12 : Dr. Kpode Kodjo, Université de Kara Etude numérique de l'impact d'une cheminée photovoltaïque équipée d'un ventilateur sur la dynamique de l'air dans un habitat</p>

	Communication orale 13 : Sidi Mohamed Mohamed Salem, FST/Université de Nouakchott Analyse numérique des capteurs solaires à tubes sous vide utilisant des nanofluides
10h30 - 11h30	Session 8 : Électrotechnique et systèmes énergétiques Président : Dr. Boudy Bilal
	Conférence plénière 7 : Prof. Ahmedou Wague Le développement de l'optique et de la Photonique en Afrique
	Communication orale 14 : Prof. Lemrabott Habiboullah Elhavid, ESMT-Dakar Point de puissance maximum délivrée par une photopile (n+/p/p+) au silicium en régime statique sous éclairage polychromatique d'incidence variable sur la face (n+), par le concept de la vitesse de recombinaison a la jonction
11h30 - 12h00	Cocktail de clôture
12h00 - 12h30	Discours de clôture Remise des certificats et remerciements.

**SOCIÉTÉ MAURITANIE
DE PHYSIQUE**

1^{er} Congrès



**الجمعية الموريتانية
للفيزياء**

المؤتمر الدولي الأول

كلمة رئيس الجمعية الموريتانية للفيزياء

Discours du Président de la Société Mauritanienne de Physique



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Mesdames Messieurs

- Chers collègues, je suis honoré de vous adresser la parole aujourd'hui, à l'occasion du premier congrès de la société mauritanienne de physique
- "La Société mauritanienne de Physique comme son nom l'indique, se veut autant que faire se peut, être un acteur majeur dans le développement de la physique en Mauritanie."

La Société Mauritanienne de Physique aspire à devenir un acteur clé pour promouvoir la recherche scientifique et l'enseignement de la physique en Mauritanie. Tout en favorisant la coopération internationale, en soutenant l'innovation et en développant les compétences nationales dans ce domaine.

- La société rassemble les différents acteurs de la physique enseignants, chercheurs, doctorants, scientifiques d'entreprises sous une seule bannière, montrant ainsi la multiplicité et la complémentarité des compétences de la cette discipline en Mauritanie, mais aussi sa pertinence et le caractère durable et utile de ses activités pour le développement.

La physique est mal connue de nos concitoyens et de nos étudiants, alors que c'est une discipline d'avenir qui peut offrir des métiers de résonance avec le milieu actuel de l'entreprise sans cesse en mutation.

Ce milieu sans cesse en évolution et en recherche d'excellence technique, exige des emplois fortement qualifiés.

- " A cet effet nous devons relever un grand défi celui de mieux intégrer cette discipline dans nos politiques publiques."
- "Je suis convaincu que la physique à travers ses enseignements théoriques et surtout pratiques a un rôle essentiel à jouer dans le développement durable de la Mauritanie."

C'est un secteur clé du développement économique et de la création de richesse.

La physique fournit des solutions techniques, des matériaux et des produits à pratiquement tous les secteurs de l'économie. C'est un monde qui évolue de plus en plus vite avec l'émergence des nouvelles technologies.

C'est enfin un monde de créativité et d'innovation dans lequel elle peut proposer des solutions pour répondre aux défis actuels en matière de climat, d'énergies, d'eau etc....

Je souhaite ici remercier tous les partenaires qui nous ont soutenu dans nos efforts notamment l'université de Nouakchott, la Faculté des Sciences et Techniques, l'Ecole Normale Supérieure, La région de Nouakchott, Mauritanie Airlines et lance un appel aux autres à partir de cette tribune pour solliciter leur appui."

- Je vous invite à continuer à nous soutenir, afin que la physique devienne un moteur de croissance et de progrès."

Je vous remercie.

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE
DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء

المؤتمر الدولي الأول

الملخصات العلمية المشاركة Les résumés



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

High Harmonic Generation from Nonlinear Band Dynamics in Driven Quantum Systems

Ousmane LY

Université de Nouakchott, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Physique

Email: ousmanebouneoumar@gmail.com

Abstract We show that high harmonic generation (HHG) in magnetically driven systems arises from the strongly nonlinear nature of the underlying energy dynamics. By employing an adiabatic framework, we capture the essential features of this nonlinear regime and reveal that the instantaneous energy dispersion exhibits pronounced nonlinearity. This nonlinear behavior directly reflects the high-frequency excitations responsible for non-equilibrium transport phenomena. Our analysis highlights that the dynamics of instantaneous energy levels encode key signatures of HHG, offering a clear and simplified understanding of the effect. Leveraging this insight, we predict the emergence of tunable integer and fractional high harmonics when a time-dependent spin-orbit interaction is introduced. We further apply our approach to light-driven HHG, uncovering distinct nonlinear behaviors that govern harmonic generation. These findings point to a fundamental connection between band structure nonlinearity and HHG, opening new avenues for controlling ultrafast carrier dynamics through engineered energy dispersions.

Keywords : High harmonic generation, Adiabatic pumping, Spin-orbit coupling, Magnetic dynamics, Terahertz emission, Time dependent quantum transport

Étude de la dynamique des mélanges superfluides

AMEGNINOU Kodjo Edouard, HOVA Hoavo

*Laboratoire Matériaux, Energies Renouvelables et Environnement (LaMERE), Département de Physique,
Faculté des Sciences et Techniques, Université de Kara, Togo*

Emails : eddior1998@gmail.com ; hovhoav@gmail.com

Abstract

La découverte de la superfluidité dans l'hélium-4 à des températures inférieures à 2,17 K, a trouvé des applications dans divers domaines de la physique (gaz atomiques froids, astrophysique, gravité quantique, etc.). En effet, des applications des superfluides vont du refroidissement des matériaux supraconducteurs et des détecteurs infrarouges à la recherche fondamentale pure sur les atomes froids et la turbulence. Ainsi, des mélanges superfluides (hélium-4 et hélium-3) ont été réalisés pour abaisser la température critique à 50 μK (en dessous de 100 μK observée dans les mélanges d'hélium liquide). L'étude d'un mélange superfluide nécessite la connaissance des paramètres d'interaction inter-fluides et intra-fluides qui déterminent les propriétés de miscibilité ou d'immiscibilité du mélange. Dans ce travail, nous étudions les propriétés de miscibilité des mélanges de deux superfluides à travers une étude numérique en une dimension puis en deux dimensions. L'état dynamique des deux superfluides couplés est déterminé en utilisant la méthode de Crank-Nicolson basée sur la discrétisation de l'évolution temporelle des équations de Gross-Pitaevskii. Cela nous a permis de déterminer le temps de miscibilité et d'étudier l'impact des paramètres d'interaction intra-fluides et inter-fluides sur le temps de miscibilité. En une dimension, la diminution des paramètres intra-fluides ou une augmentation du paramètre inter-fluide accélère la miscibilité du mélange, tandis qu'en deux dimensions, cette corrélation entre les paramètres d'interaction intra-fluides et inter-fluides et le temps de miscibilité n'est plus observée.

Keywords : **Quantique, Superfluide, Équations de Gross-Pitaevskii, Modélisation, Miscibilité**

Titre : Étude cosmologique des singularités en temps fini à partir des systèmes dynamiques en théorie Teleparallèle modifiée *

M. G. Ganiou^(1,2), M. Touré⁽¹⁾, C. Aïnamon⁽²⁾, I. S. V. Hontinfinde⁽³⁾, M. J. S. Houndjo^(2,4)

*1- Département de Physique, Faculté des Sciences, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, BP: 1147-
Conakry, République de Guinée*

2- Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques (IMSP) 01 BP 613, Porto-Novo, Bénin

3- Ecole nationale supérieure de génie mathématique et modélisation, UNSTIM, Bénin

4- Faculté des Sciences et Techniques de Natitingou - UNSTIM – Bénin

Ganiou.gbenga@uganc.edu.gn; touremam2@yahoo.fr; ainamoncyrille@yahoo.fr;
vhontinfinde26@gmail.com; sthoundjo@yahoo.fr

Abstract

L'unification de la gravitation avec l'électromagnétisme a été l'une des préoccupations d'Albert Einstein après l'élaboration de la théorie de la Relativité Générale. Ce faisant, il s'inspire des travaux de H. Weyl (1918) qui tente déjà d'introduire les notions de transformation et d'invariance de jauge dans les théories de gravité. Après trois années de recherche intense entre l'été 1928 et le printemps 1931, avec huit articles sur le sujet, Einstein n'a pas réussi à établir une relation entre ce nouveau cadre et l'électromagnétisme mais il a fini par jeter les bases d'une nouvelle théorie de gravité appelée théorie Teleparallèle (TT) dans laquelle la gravité peut être décrite au moyen de la torsion au lieu de la courbure comme en Relativité Générale (R G). Une formulation lagrangienne de cette théorie montre que cette dernière est équivalente à la Relativité Générale (RG) et présente un avantage quant à la complexité des équations. Aujourd'hui, la science bute sur un mystère qui remet en cause toutes nos certitudes. En effet, l'accélération actuelle de l'expansion de l'univers soutenue par plusieurs observations astronomiques a conduit en cosmologie moderne à la modification de ces théories standards de gravité. L'objectif de notre travail est d'étudier dans la version modifiée $f(T)$ de la théorie Teleparallèle, les singularités en temps fini qui sont des points hypothétiques dans le temps où l'univers subit un changement dramatique et rapide, conduisant potentiellement à la fin de l'espace et du temps. Ce concept repose sur certaines théories cosmologiques, telles que le Big-Crunch ou le Big-Rip, où l'univers s'effondre sur lui-même ou s'étend à l'infini, conduisant à une singularité où toutes les lois physiques connues s'effondrent. L'idée d'une singularité cosmologique à temps fini soulève des questions sur le destin ultime de

* General Relativity and Gravitation (2025) 57:83
<https://doi.org/10.1007/s10714-025-03418-w>

l'univers et sur la nature même du temps. Notre étude est basée sur la reconstruction puis l'analyse analytique et numérique des systèmes dynamiques formés à partir des équations du mouvement de la théorie $f(T)$ dans l'espace-temps de Friedman-Robertson-Walker. L'étude nous a permis de confirmer l'évolution de type de Sitter comme candidate à l'accélération actuelle de l'expansion de l'univers. Notre travail révèle une telle évolution proche de la singularité de type I encore appelé Big-Rip contrairement aux autres types de singularité. L'approche dynamique utilisée dans cet travail a également permis d'affronter un autre challenge de la cosmologie moderne qui est la reconstruction des modèles de gravité modifiée capable de reproduire les évolutions cosmologiques. La pertinence des résultats établis dans cet travail réside dans le fait que l'approche basée sur la reconstruction des systèmes dynamiques présente l'avantage d'offrir une méthode relativement simple pour obtenir des solutions exactes (même si celles-ci ne représentent que le comportement asymptotique) et une description (qualitative) de la dynamique globale de modèles cosmologiques. De tels résultats sont très difficiles à obtenir par d'autres méthodes ou sont obtenus avec assez d'approximations. Néanmoins, nous avons utilisé une approche classique basée sur les équations de Friedman et le paramètre de Hubble décrivant les singularités en temps fini pour reconstruire encore des modèles $f(T)$ et même temps étudier leur stabilité et la possibilité de rencontrer ou d'éviter les singularités avec ces modèles. D'autres tests suivront dans des travaux futurs pour évaluer davantage la portée cosmologique des modèles reconstruits.

Keywords : Teleparallel, Singularité, Gravité, Torsion, Dynamique.

Étude de configurations d'étoiles compactes anisotropes en gravité $f(R, T)$ via vecteurs conformes de Killing

Inès Godonou SALAKO ^(1, 2)

1) École de Génie Rural (EGR), 01 BP 55 Kétou, UNA, Bénin

2) Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques (IMSP), 01 BP 613 Porto-Novo, UAC, Bénin

ines.salako@imsp-uac.org

Résumé

Cette étude propose une modélisation d'étoiles compactes anisotropes constituées de matière de quarks étranges dans le cadre de la gravité modifiée $f(R, T)$. L'objectif principal est de résoudre analytiquement les équations de champ étendues en incorporant une anisotropie de pression via un vecteur conforme de Killing. La méthodologie repose sur : i) l'adoption de l'équation d'état MIT Bag pour le Strange Quark Matter (SQM) ii) une relation linéaire entre pression tangentielle et densité d'énergie iii) l'analyse des solutions pour différentes valeurs du couplage Υ , du paramètre B , et du coefficient d'anisotropie C_1 ; iv) la vérification des critères physiques (énergie, stabilité TOV modifiée, limite de Buchdahl, fissuration d'Herrera). Les résultats révèlent une structure stellaire régulière (densité et pressions décroissantes, absence de singularités), une anisotropie maximale à la surface, et des relations masse-rayon dépendantes de Υ , divergentes de la relativité générale (RG). La stabilité est confirmée via les indices adiabatiques et l'équilibre hydrostatique. Ces résultats étendent les travaux antérieurs sur les étoiles à quarks en $f(R)$ et RG, soulignant l'impact du couplage matière-géométrie Υ . Les perspectives incluent l'ajout de champs électromagnétiques, l'analyse en rotation rapide, et la comparaison avec des données observationnelles de pulsars.

Mots-clés : Gravité modifiée ; Étoiles compactes anisotropes ; Modèle MIT Bag ; Vecteurs de Killing conformes ; Analyse de stabilité

Physico-chemical characterization of bamboo fiber composites exposed to a wet-dry aging cycle

Mohamed Ould Moussa

*Laboratory of Renewable Energies and Advanced Materials LERMA, College of Engineering and Architecture,
International University of Rabat, Morocco*

ISME, Groupe Polytechnique, route de la plage, Nouakchott, Mauritania

mohamed.ouldmoussa@uir.ac.ma

Abstract

Natural fibers reinforced composites stand for lightweight and ecofriendly materials which hygro-mechanical properties can promote them to substitute the glass or metallic fibers based ones for some applications [1-2]. Actually, the current contribution examines the influence of wet-dry aging cycle on the tensile and physical properties of bamboo fiber composites at different fiber fractions (20 wt.%, 30 wt.% and 40 wt.%). In this way, a preliminary characterization is carried out to get insight into the physical expansion of bamboo fibers under water immersion. More importantly, the tensile properties of composites are evaluated after the exposure to a wet-dry cycle. Their degradation mechanisms are assessed based on SEM fracture analysis and weight loss measurements. Interestingly, the findings show a good retention of the tensile properties of 20 wt.% and 30 wt.% fiber composites, suggesting that the swelling of fibers, matrix plasticization as well as the slow rate hydrolysis reaction are the dominant aging mechanisms. However, cyclic aging allows a limited recovery of the tensile properties of 40 wt.% fiber composites, which is attributed to the microstructural damage and the active leaching of functional polysaccharides at the fiber cell wall.

References

- [1] Chakkour M, Ould Moussa M, Khay I, Balli M, Ben Zineb T, Towards widespread properties of cellulosic fibers composites: A comprehensive review, Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 42(5-6), pp. 222-263, 2023.
- [2] Mouad Chakkour, Mohamed Ould Moussa, Ismail Khay, Mohamed Balli, Tarak Ben Zineb, Effects of humidity conditions on the physical, morphological and mechanical properties of bamboo fibers composites, Industrial Crops and Products, Vol. 192, pp. 116085, 2023.).

Keywords: Natural fibers, biocomposites, hygromechanical properties, cyclic aging

Elaboration, caractérisation et étude des propriétés d'optique non linéaire de nouveaux composés hybrides organo-minéraux

Auteurs: Zghouma El hadj Amar¹, Dah Memoune¹, Teyeb Mohamed Mahmoud¹, Ali Ben Ahmed^{2,3*}

¹University of Nouakchott, Faculty of Sciences and Technics, Mauritania

²University of Sfax, Faculty of Sciences of Sfax, Laboratory of Applied Physic, Sfax-Tunisia.

³Department of Biomedical, Higher Institute of Biotechnology of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia.

*Emails : zgouma.gha@gmail.com, memounedah2000@gmail.com, ommteyeb@yahoo.fr, ali.benahmed@isbs.usf.tn

Résumée

Les propriétés d'optiques non linéaires dans les systèmes cristallins dépendent de plusieurs paramètres tels que la composition chimique, la symétrie, la cohésion du cristal, la liaison hydrogène, l'hyperpolarisabilité de la molécule (β), (γ), etc. La corrélation de ces paramètres avec les propriétés optiques non linéaire nécessite plusieurs études systématiques dans le but d'avoir un matériau multiplicateur de fréquence. Les avantages des cristaux minéraux (stabilité, transparence) et organiques (hyperpolarisabilité élevée) donne l'idée de la combinaison de ces avantages dans un seul cristal hybride.

Ce travail porte sur l'élaboration, la caractérisation structurale et l'étude des propriétés optique non linéaires d'un nouveau composé hybride organo-minéral de formule A_mMX_n (ou A représenté partie organique, M : métal, X : halogène.). l'objectif principale est d'évaluer le potentiel de ce matériau dans le domaine de l'optique non linéaire, notamment pour des applications photoniques et en optoélectronique.

Les composées ont été synthétisés par évaporation lente a température ambiante a partir de réactifs organiques et inorganiques en solution. Les structures cristallines ont été déterminée par diffraction des rayons X sur monocristal, révélant une architecture dans laquelle les cations organiques interagissent avec les unités inorganiques par liaisons hydrogène et interactions électrostatiques.

Des caractérisations complémentaires ont été réalisées :

- **Spectroscopie infrarouge (IR) et Raman** pour identifier les groupes fonctionnels,
- **Spectroscopie UV-Visible** : pour étudier les propriétés électroniques des composés,
- **Calculs de polarizabilité et d'hyperpolarizabilité** (par des méthodes semi-empiriques ou DFT) afin d'évaluer ses réponses optiques non linéaires.

Les résultats montrent que le composé possède une **hyperpolarizabilité significative**, suggérant un comportement optique non linéaire de deuxième ordre potentiellement exploitable. L'arrangement cristallin non centrosymétrique est favorable à la génération de troisième Ce travail ouvre la voie à la conception de nouveaux matériaux hybrides pour des dispositifs photoniques.

Towards wind turbines induced rotation by a shape memory alloys-based actuator

Mohamed Ould Moussa

*Laboratory of Renewable Energies and Advanced Materials LERMA, College of Engineering and Architecture,
International University of Rabat, Morocco*

ISME, Groupe Polytechnique, route de la plage, Nouakchott, Mauritania

mohamed.ouldmoussa@uir.ac.ma

Abstract

Wind turbines technologies fail today to solve some relevant drawbacks at the starting stage owing to the inertia induced resistant torque. Afterwards, an efficient and constant production of electricity needs to reach and maintain a steady motion of the wind turbines rotor by overcoming emergent electromagnetic, ohmic and friction induced torques. Therefore, the current contribution promotes to utilize a rotation actuator based on shape memory alloys which show an ability to recover strain upon heating behind a certain temperature when deformed at small temperatures and during mechanical unloading at high temperatures. Indeed, a generated torque from the harvested mechanical energy would serve to assist the wind turbine rotation. The current contribution investigates this issue and gives a kind of benchmark of three solutions based on different structures made of shape memory alloys and guided by advanced finite elements computations and a thermomechanical constitutive model using Abaqus software [1-2]. Depending on the type of wind turbines [3] and electricity needs, one can size up and select the adequate rotation actuator according to our findings.

References

- [1] Y. Chemisky, A. Duval, E. Patoor, and T. Ben Zineb, Constitutive model for shape memory alloys including phase transformation, martensitic reorientation and twins accommodation, *Mechanics of Materials*, Vol 43, pp. 361–376, 2011.
- [2] M. Ould Moussa, Z. Moumni, O. Doaré, C. Touzé, and W. Zaki, Non-linear dynamic thermomechanical behaviour of shape memory alloys, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, Vol. 23, pp. 1593–1611, 2012.
- [3] M. Ould Moussa, Experimental and numerical performances analysis of a small three blades wind turbine, *Energy*, Vol. 203, pp. 117807, 2020

Keywords: Shape memory alloys, wind turbine, turbine rotor, rotation actuators, smart materials

Évaluation du Potentiel de Production d'Hydrogène Vert à partir de l'Énergie Solaire et Éolienne en Mauritanie

Elemine Adama Sow^a, Mohamed Mohamed Vall^b, Mohamed Mahmoud Abidine^c, Houda Babah^d, Ahmed Hamoud^e, Gayane Faye^f, Bakari Semega^a

^a*Water, Pollution and Environment Research Unit, Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, University of Nouakchott Al-Aasriya, Mauritania, BP 880, Nouakchott, Mauritania*

^b*Ministry of Petroleum Mines and Energy of Mauritania*

^c*Biodiversity and Valorization of Vegetal Resources, Faculty of Sciences and Techniques - University of Nouakchott, Mauritania*

^d*Materials Science and Environment, Faculty of Sciences and Techniques - University of Nouakchott, Mauritania*

^e*Department of Geology, Faculty of Sciences and Technics, University of Nouakchott, Mauritania*

^f*Laboratory of Applied Remote Sensing / Institute of Earth Sciences of Cheikh Anta DIOP University, Senegal.*

Batal1989@gmail.com; medmedvall87@gmail.com; abidine108@gmail.com; houdababah@gmail.com; aohamoud@gmail.com; gayane.faye@gmail.com; semega@una.mr;

Abstract : Cette étude évalue le potentiel de production d'hydrogène vert en Mauritanie à partir des énergies solaire et éolienne, en combinant des données satellitaires (Global Solar Atlas et Global Wind Atlas) avec des outils de Système d'Information Géographique (SIG). L'objectif principal est de quantifier la production électrique renouvelable et son potentiel de conversion en hydrogène par électrolyse PEM. Les résultats montrent que le solaire domine largement, avec une production annuelle de 275-329 GWh/km² (soit 5 248-6 272 tonnes H₂/km²), contre 1-28 GWh/km² (23-625 tonnes H₂/km²) pour l'éolien. Ces chiffres sont comparables aux études similaires au Maroc et en Algérie, mais révèlent un avantage marqué du solaire en Mauritanie, notamment dans les régions nord (Tiris-Zemour, Adrar). Les perspectives incluent l'optimisation via des systèmes hybrides (PVT) pour capter l'excès de chaleur, crucial dans un climat désertique où les températures élevées réduisent l'efficacité des panneaux. Une analyse multicritère sera menée pour identifier les sites les plus appropriés au développement de projets d'énergies renouvelables, en intégrant des critères techniques, économiques, environnementaux et sociaux. Cette recherche offre une base pour des politiques énergétiques durables et des projets pilotes en Afrique de l'Ouest.

Keywords : Mauritanie, Hydrogène vert, SIG, Énergie solaire, Énergie éolienne.

Étude de l'accumulation de poussière sur les surfaces solaires en milieu sahélien : cas de la Mauritanie

Roughaya Mohamed lemine MOHAMED AHMED^{1, *}, Mohamed El Hacen JED¹, Ahmedou MOHAMED MAHMOUD¹, Pierre-Olivier LOGERAIS²

¹Unité de recherches nouvelles Technologies d'Energie et Systèmes Thermofluides, département de physique, Faculté des sciences et technologies, Nouakchott, Mauritanie

²Centre d'Études et de Recherche en Thermique, Environnement et Systèmes, IUT de Sénart-Fontainebleau, Université Paris Est Créteil, 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil, France

Email des auteurs : roughayalemine@gmail.com , hassenjid9@gmail.com , ahmcheikho@gmail.com , pierre-olivier.logerais@u-pec.fr

La Mauritanie vise depuis plusieurs années à réduire leur dépendance des sources fossiles en mettant l'accent sur le mix énergétique dans la production d'électricité qui était d'origine thermique diesel (Fuel et Gasoil). Parmi les stratégies mises en place par le gouvernement durant ces dernières années, l'intégration des énergies renouvelables solaires photovoltaïques. Cette dernière a permis l'augmentation de la capacité de la production sur la base des sources locales. Depuis 2013, plusieurs centrales solaires photovoltaïques ont été installées en Mauritanie ; leur performance est fortement influencée par les conditions environnementales locales, notamment la poussière. La poussière est l'un des paramètres essentiels qui affectent les performances, le rendement et la rentabilité des panneaux photovoltaïques. Cette étude présente une analyse de l'impact de la poussière sur la production de l'une des centrales PV installée en Mauritanie précisément en Nouakchott : **Centrale de Toujounine (50 MWc)**. Ce travail présente une analyse hebdomadaire de la quantité de poussière déposée sur des surfaces d'exposition, sur une période représentative, dans le contexte climatique de la Mauritanie. Les résultats montrent une variabilité marquée de la charge en poussière selon les semaines, avec des pics d'accumulation dépassant 0,08 g/semaine. Ces dépôts peuvent provoquer une baisse significative du rendement énergétique des installations solaires. L'étude met en évidence la nécessité d'un suivi régulier de l'empoussièrement et l'importance de définir des stratégies de maintenance adaptées.

Mots clés : Mauritanie ; Performance ; Centrale solaire photovoltaïque ; Poussière.

Étude numérique de l'impact d'une cheminée photovoltaïque équipée d'un ventilateur sur la dynamique de l'air dans un habitat

Kodjo Kpode, Yaovi Nougbléga, N'détigma Kata, Hodo-Abalo Samah

Laboratoire Matériaux, Énergies Renouvelables et Environnement de l'Université de Kara, Togo, 400 BP 404

k.kpode@univkara.net ; nycogl@yahoo.fr ; pkata406@gmail.com ; samah.abalo@gmail.com

Résumé : Cette étude numérique examine l'influence d'une cheminée photovoltaïque sur les transferts dans un habitat. La cheminée inclinée d'un angle $\alpha=9^\circ$ par rapport à l'horizontal du toit, est constituée d'un panneau photovoltaïque (PV) qui reçoit les irradiations solaires à travers un vitrage. Le canal d'écoulement formé par le vitrage et le PV est muni d'un ventilateur dont l'électricité nécessaire pour son fonctionnement est fournie par le PV. Le phénomène de convection mixte numérique est étudié dans ce travail à l'aide des équations de mouvement et d'énergie qui régissent un écoulement laminaire. Ces équations sont discrétisées à l'aide de la méthode des volumes finis avec un schéma de loi de puissance. Le code de calcul, développé en Fortran, repose sur un algorithme de calcul itératif de Gauss-seidel sous-relaxé. Les simulations sont effectuées pour les nombres de Rayleigh variant de 10^3 à 5.10^5 , et pour des nombres de Reynolds variant de 50 à 200, garantissant un régime laminaire. Le système permet une dépollution thermique de l'habitat grâce à l'action combinée de la poussée thermique naturelle et de l'impulsion cinétique générée par le ventilateur. Contrairement aux cheminées classiques fonctionnant uniquement par le phénomène de thermosiphon, cette configuration hybride exploite à la fois la convection naturelle et forcée. Les résultats, présentés sous forme de lignes de courant et d'isothermes, mettent en évidence une amélioration notable du confort thermique. Notamment, la suppression quasi totale des zones de recirculation à $Ra=5 \times 10^5$, favorise un écoulement continu, assurant un renouvellement efficace de l'air intérieur. Par conséquent, la température de la zone de vie diminue significativement avec l'augmentation des nombres de Reynolds et de Rayleigh. L'énergie thermique captée est convertie en énergie cinétique à hauteur de 0,0014 % à 0,017 %.

Keywords : Cheminée voltaïque, conversion d'énergie, convection mixte

Titre : Analyse numérique des capteurs solaires à tubes sous vide utilisant des nanofluides

Sidi Mohamed Mohamed Salem, Kamal Bouaraour.

Université de Nouakchott – FST- département de physique

Université de Ghardaïa – FST -Algérie

sasidi309@gmail.com, bouaraourk@yahoo.fr

Abstract Cette étude utilise la modélisation CFD pour analyser le comportement thermique de l'eau et des nanofluides à base d'eau ($\text{AlO}_3\text{-H}_2\text{O}$ et $\text{CuO-H}_2\text{O}$) dans des capteurs à tube solaire sous vide (ETSC). La validation a été réalisée en comparant les résultats à ceux de deux autres simulations numériques et expériences. De nombreux facteurs ont été examinés, tels que la fraction volumique des nanoparticules, l'angle d'inclinaison des collecteurs, la masse du dépôt et le nombre de tubes. Une analyse thermique et hydraulique a été réalisée à l'aide de l'approximation de Boussinesq. Les résultats montrent que les nanofluides, en particulier $\text{CuO-H}_2\text{O}$, qui offrent les meilleures performances, améliorent significativement le transfert de chaleur.

Keywords : CFD, nanofluides, fraction volumique, thermique.

Point de puissance maximum délivrée par une photopile ($n^+/p/p^+$) au silicium en régime statique sous éclairage polychromatique d'incidence variable sur la face (n^+), par le concept de la vitesse de recombinaison à la jonction

Bakary Dit Dembo SYLLA^{1,2}, Cheikh THIAW^{1,3}, Gilbert N DIONE^{1, 3}, Khady LOUM^{1,3}, Moussa

CAMARA^{1,4}, Habiboula Lemrabott EHEVID^{1,5}, And Gregoire SISSOKO¹,

¹Groupe International de Recherche en Energie Renouvelable (GIRER). BP. 15003, Dakar, Sénégal.

²Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel- Genie Mecanique Energetique et Mine- Mali

³Université Iba Der THIAM de Thiès, Sénégal

Université Assane SECK, Ziguinchor, Senegal

⁵Ecole Multinationale de Télécommunication-Dakar, Sénégal

Résumé : Le concept de la vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires de charge à

la jonction (n^+/p) de la photopile ($n^+/p/p^+$) au silicium, est utilisé, pour produire les caractéristiques, courant-tension, et puissance- vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires à la jonction. La vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires de charge à la jonction (S_{fmax}) correspondant au point de puissance maximum est obtenue graphiquement, par résolution de l'équation transcendante, obtenue du gradient de la puissance par rapport à (S_f), pour différents angles d'incidence de la lumière polychromatique sur la photopile.

Keywords:-Photopile-Vitesse de recombinaison – Angle d'incidence – Puissance maximum- Rendement

References

Bakary Dit Dembo Sylla, Ibrahima Ly, Ousmane Sow, Babou Dione, Youssou Traore, Grégoire Sissoko, (2018). Junction

Surface Recombination Concept as Applied to Silicon Solar Cell Maximum Power Point Determination Using

Matlab/Simulink: Effect of Temperature. Journal of Modern Physics, 9, 172-188.

<http://www.scirp.org/journal/jmp>

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE
DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء

المؤتمر الدولي الأول

الملصقات العلمية Les posters Scientifiques



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

El Bou Mohamed Lemine, Abd Elhamid Ahmedou and Rabia Yahya

Research Unit for Energy, Materials, and Telecommunications (EMT), University of Nouakchott

Abstract

Transparent conductive materials (TCMs) uniquely combine optical transparency with electrical conductivity, making them essential for applications such as touch screens, solar cells, LEDs, and smart windows. Indium Tin Oxide (ITO) is the most widely used TCM, owing to its high transparency and excellent conductivity. This study aimed to analyze the properties of various TCMs and evaluate their performance across different technological fields, including telecommunications and optoelectronics. In addition, alternative materials, such as Fluorine-doped Tin Oxide (FTO), Aluminum-doped Zinc Oxide (AZO), Carbon Nanotubes (CNTs), and two-dimensional materials, such as graphene, have been explored. The methodology includes examining the electronic structures, optical responses across the infrared (IR), visible, and ultraviolet (UV) spectra, and their overall efficiency. The results show that multi-layer structures, particularly ITO/silver/ITO, offer superior performance, achieving a balance between high transparency, low sheet resistance, and chemical stability. This configuration also addresses key challenges such as cost, flexibility, and mechanical durability, making it a strong candidate for next-generation optoelectronic devices.

Applications

Touch screens



LEDs



Solar cells



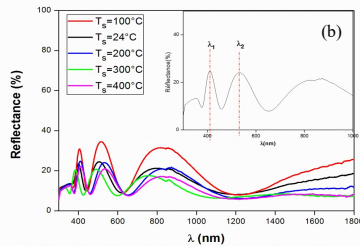
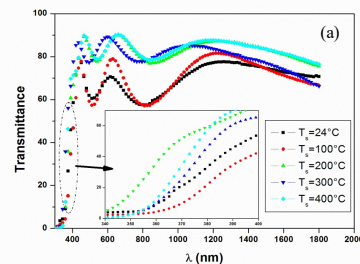
Smart windows



Optical properties

AZO

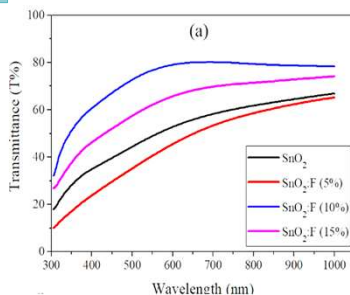
- AZO thin films exhibit high transmittance (78–90%) in the visible and near-IR regions
- A sharp UV absorption edge indicates strong photon absorption suitable for UV optical filter applications.
- The transmittance improves with increasing substrate temperature (T_s), which is attributed to better crystallinity and larger grain size. [1]
- The UV absorption edge shifts toward shorter wavelengths (blue shift) with T_s owing to the Burstein-Moss effect [2] (carrier concentration increases).



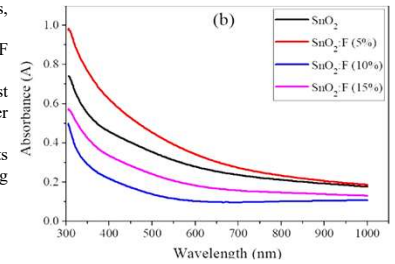
Transmittance (a) and reflectance (b) spectra of AZO thin films deposited at various T_s [3]

FTO

- Undoped SnO_2 shows ~55% transmittance in the visible range.
- 5% F-doped SnO_2 : transmittance slightly decreases to ~50%.
- 10% F-doped SnO_2 : highest transmittance (~80%) due to improved crystallinity.
- 15% F-doped SnO_2 : transmittance drops to ~70% owing to the structural disruption.



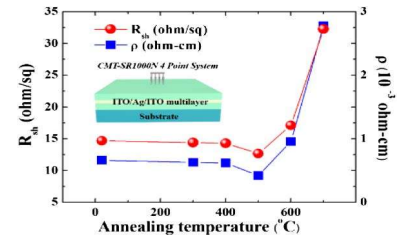
- All films show broad absorption edges, indicating significant band tailing.
- Absorption decreases with increasing F doping.
- 10% F-doped film has the lowest absorbance, corresponding to higher transparency.
- Shift in absorption edge suggests variation in band gap with doping level.



(a) Transmittance spectra and (b) absorption spectra for undoped SnO_2 and SnO_2 films doped with different ratios (5%, 10%, and 15%) of F. [4]

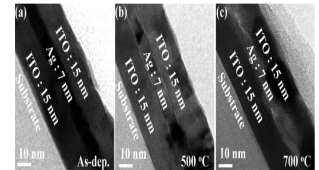
ITO/Ag/ITO

- Minimum sheet resistance (9.21 Ω/sq) and resistivity ($7.66 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$) achieved at 500°C
- Annealing up to 500°C improves ITO crystallinity and Ag protection, enhancing conductivity.
- Sharp increase in resistance above 600°C due to Ag agglomeration.



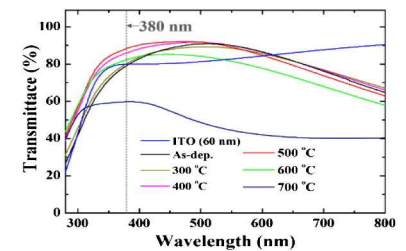
Sheet resistance and resistivity of IAI multilayer as a function of annealing temperature. [5]

- (a) As-deposited: Amorphous structure with poor crystallinity.
- (b) 500°C Annealed: Well-defined columnar grains in ITO and Ag layers → better electrical performance.
- (c) 700°C Annealed: Severe Ag agglomeration observed → structural degradation and increased resistance.



Cross-sectional TEM image in the interface region of IAI multilayer (a) before and after postannealing at (b) 500°C and (c) 700°C. [5]

- Transmittance at 380 nm increased from 79% (as-deposited) to 88% at 500°C.
- Higher UV transmittance after annealing due to reduced Ag absorption in that region.
- Transmittance drops again above 600°C due to scattering from Ag agglomeration.



Optical transmittance spectra for IAI multilayer as a function of annealing temperature. [5]

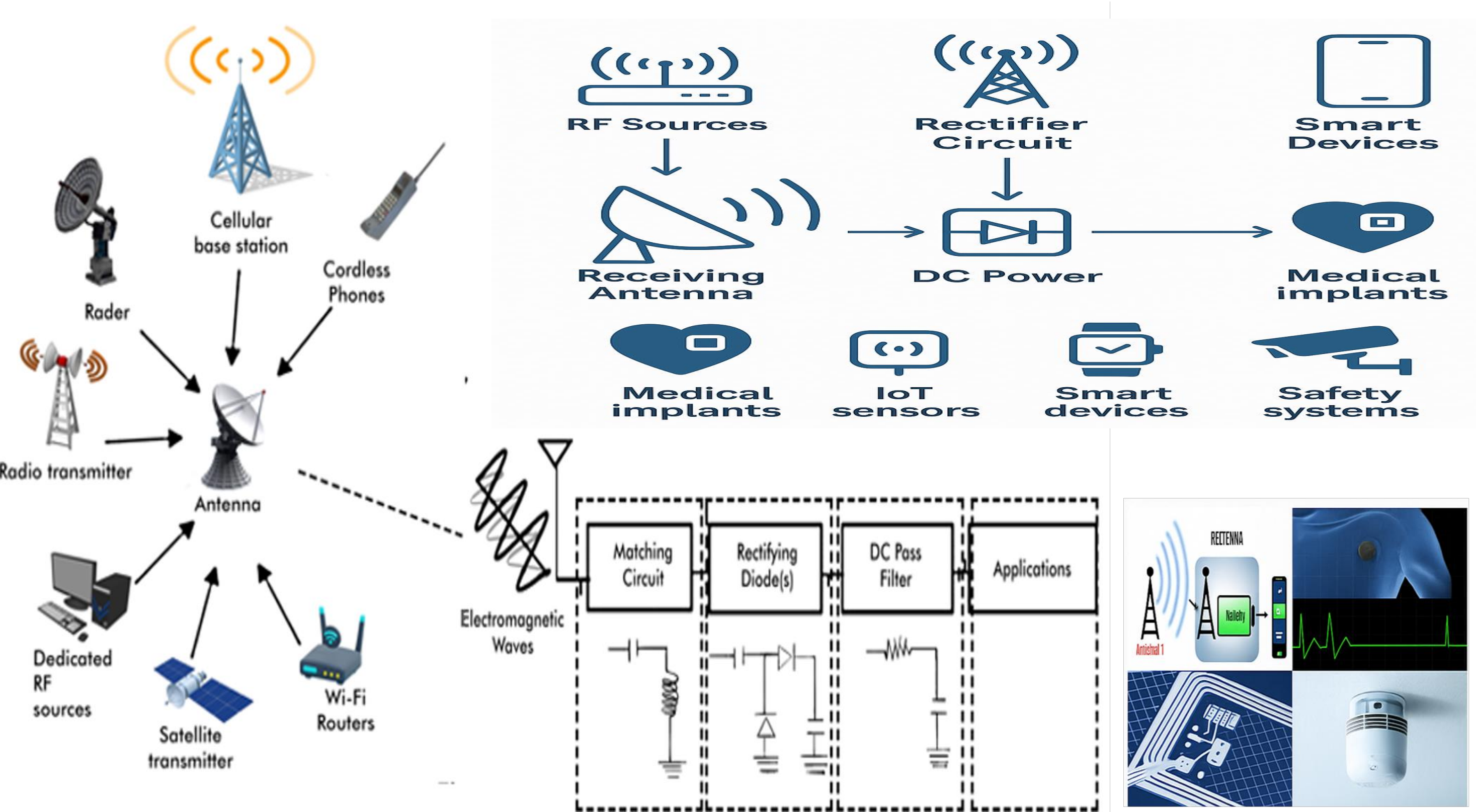
Conclusion

- AZO thin films exhibit high transmittance in the visible region and low reflectance, making them highly suitable for optical applications such as smart windows, solar cells, and optical filters.
- Fluorine doping significantly influences the optical properties of SnO_2 thin films. A 10% F doping level enhances transmittance and diminishes absorbance due to enhanced crystallinity and the Burstein-Moss effect. Overdoping at 15% compromises structural integrity and optical quality. These results underscore the necessity for precise doping levels to optimize transparent conductive oxides for optoelectronic applications.
- The best balance between transmittance and conductivity is achieved at an annealing temperature of 500°C.
- Annealing at temperatures above 600°C causes structural degradation and deterioration of optical and electrical performance due to silver agglomeration.

References

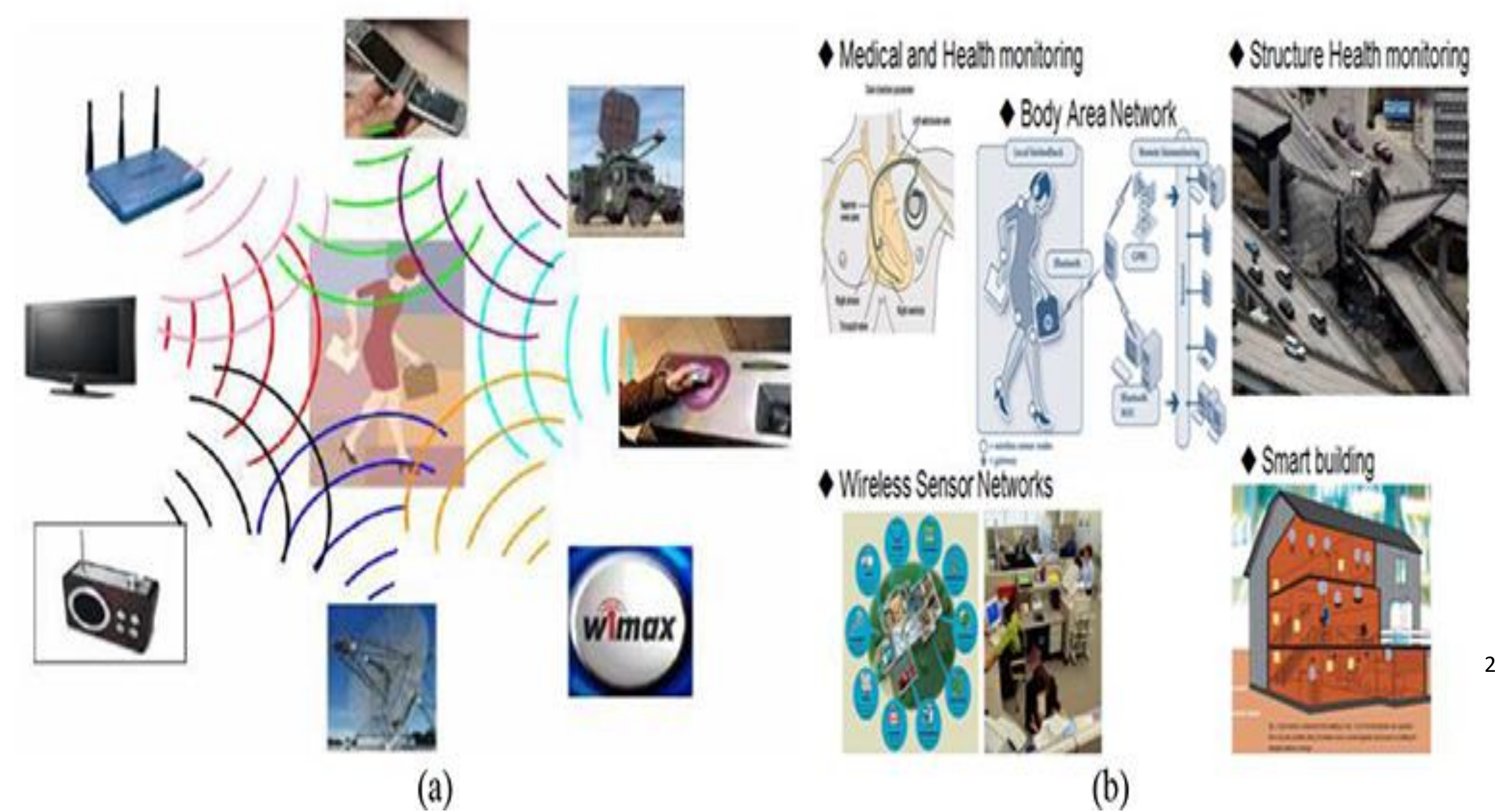
- A. Mosbah and M.S. Aida, Influence of deposition temperature on structural, optical and electrical properties of sputtered Al doped ZnO thin films, *J. Alloys Compd.* 515 (2012) 149-153.
- K.YIM, and C.LEE, Optical properties of Al-doped ZnO thin films deposited by two different sputtering methods, *Cryst. Res. Technol.* 41 (2006) 12, 1198-1202.
- A. Barhoumi *et al.*, "Aluminum doped ZnO thin films deposited by direct current sputtering: Structural and optical properties," 2015, *Academic Press*. doi: 10.1016/j.spmi.2015.03.007.
- I. Gunes, E. Sarica, V. Bilgin, A. Kucukarslan, and S. Ozder, "Fluorine-doped tin oxide films via ultrasonic spray pyrolysis: Investigation of physical properties post-annealing and their potential for TCO applications," *Mater Today Commun.*, vol. 41, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.mtcomm.2024.111094.
- Z. Wang *et al.*, "Mechanical performance of ITO/Ag/ITO multilayer films deposited on glass substrate by RF and DC magnetron sputtering," *Ceram Int.*, vol. 47, no. 22, pp. 31442–31450, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.ceramint.2021.08.020.

This study presents the design and performance analysis of two rectangular-patch-based rectifying antenna (rectenna) systems that support mono- and tri-band operations for ambient Radio Frequency (RF) energy harvesting. The mono-band configuration targets Wi-Fi at 2.4 GHz and the tri-band system covers 2.4 GHz, 3.5 GHz, and 4.4 GHz—supporting Wi-Fi, Wi-MAX, and Wireless Local Area Network (WLAN) applications. All designs are built on a common antenna platform with multiband functionality enabled and inset-feed techniques. Each rectenna was integrated into an optimized RF-to-DC rectifier circuit using Schottky diodes. Full-wave electromagnetic simulations and harmonic balance analyses confirm energy conversion efficiencies of up to 65 percent, demonstrating the feasibility of the proposed rectennas for powering low-power wireless devices and enabling energy-autonomous Internet of Things (IoT) applications.

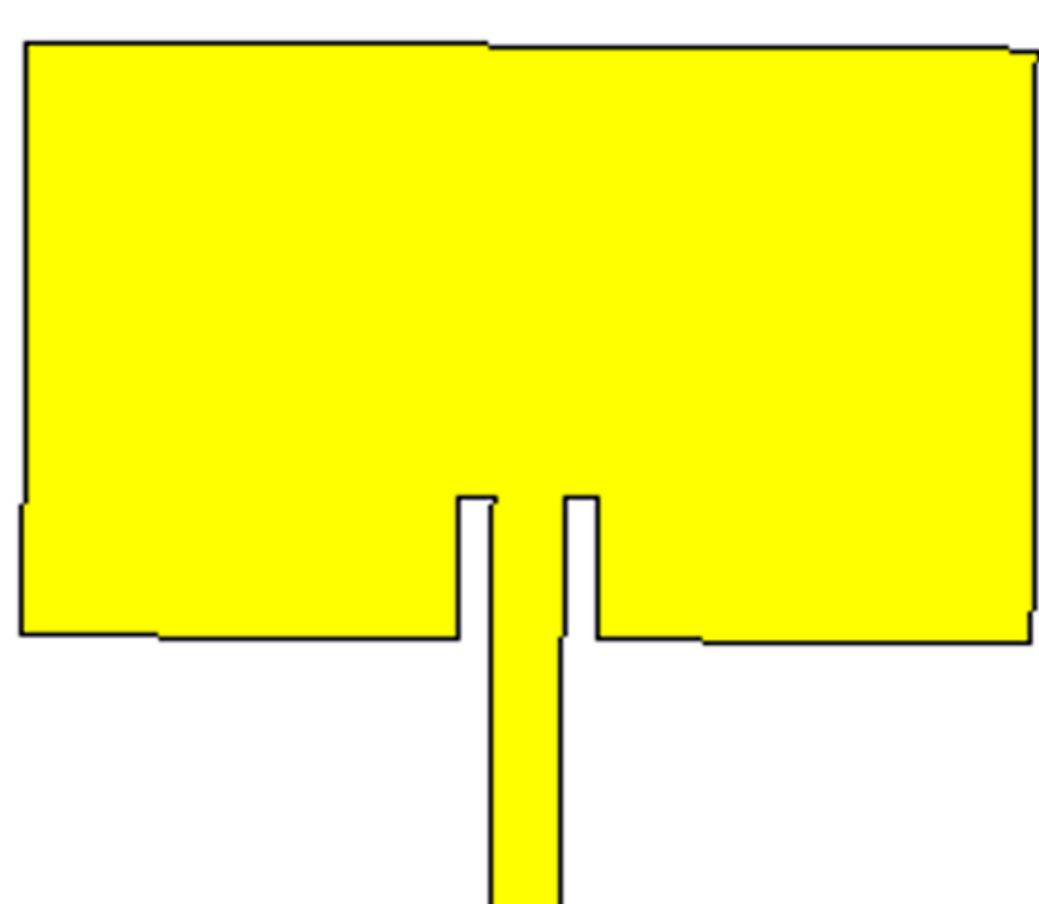


RF Sources → **Energy Harvesting (Rectenna)** → **DC Power** → **Applications**

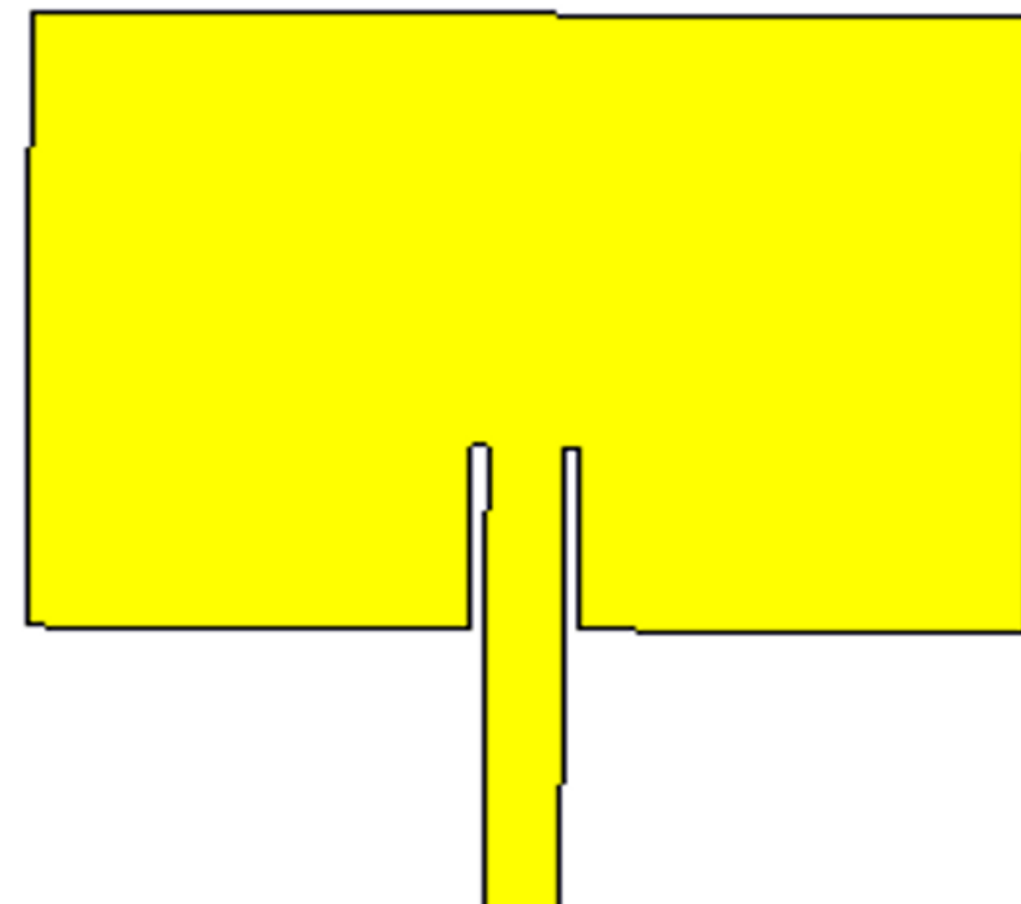
The image effectively demonstrates how **ambient RF (Radio Frequency) energy** from everyday sources like mobile phones, Wi-Fi routers, and cell towers can be **scavenged** using a **rectifying antenna (rectenna) converted RF to DC**. This harvested energy is then **converted into usable DC voltage**, which powers various **low-power devices and applications** such as medical implants, IoT sensors, and wireless safety systems



- The mono-band configuration utilizes a rectangular patch resonating with dimensions of 47 mm × 30 mm
- The tri-band design integrates inset feeding and additional slot structures with dimensions are 40.7mm × 29.05 mm



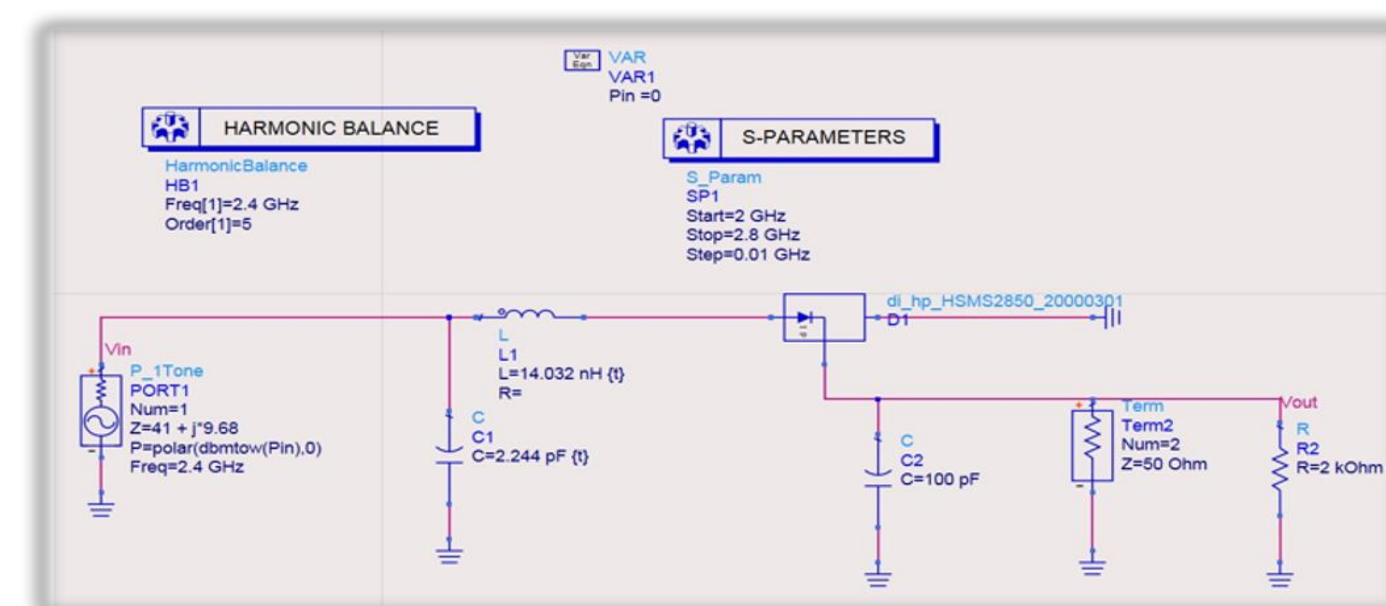
Mono-band antenna



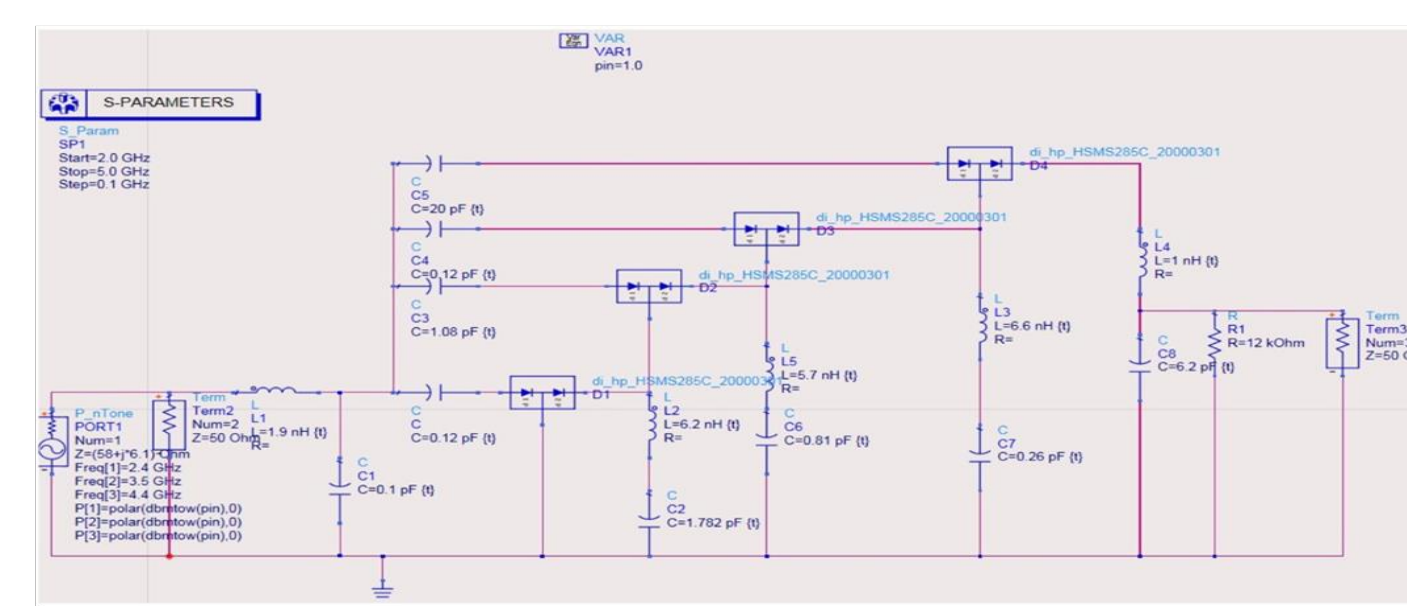
Tri-band antenna

Each antenna is connected to a rectifier circuit optimized for the corresponding frequency band(s). The first rectifier circuit is based on the HSMS2850 Schottky diode, optimized for efficient RF-to-

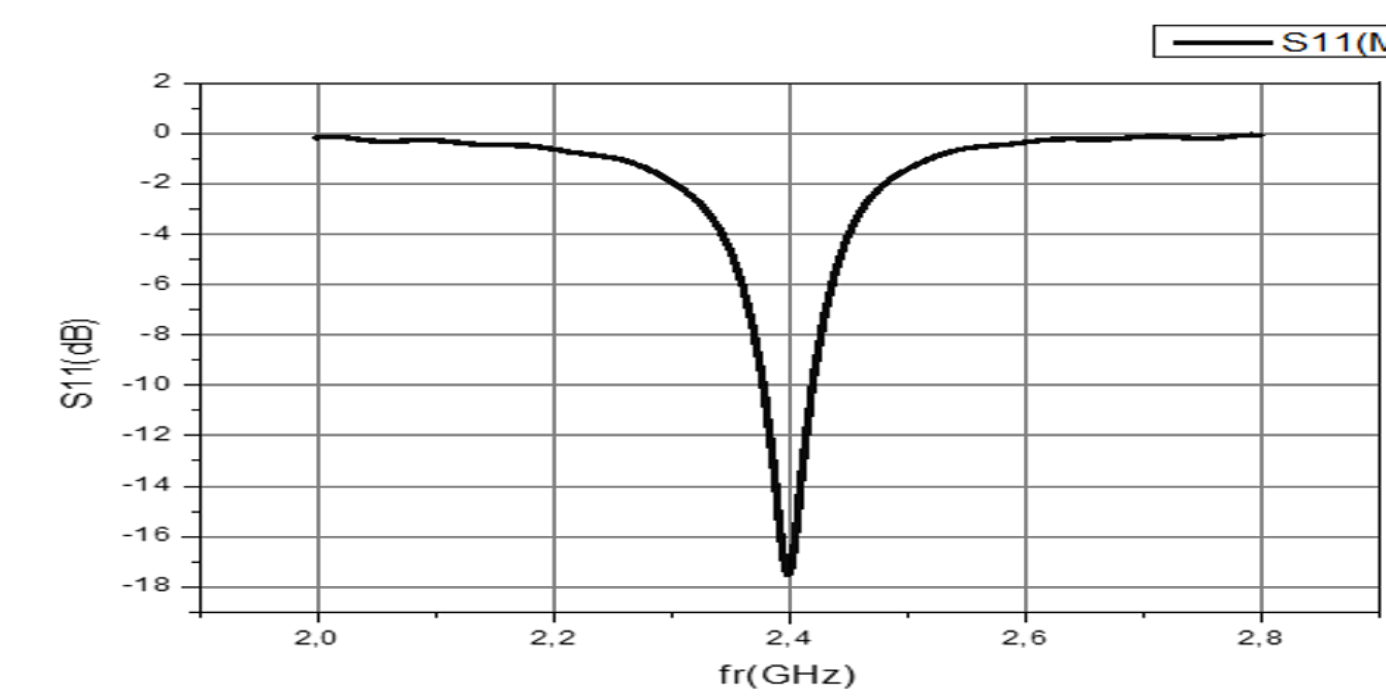
- The first rectifier circuit is based on the HSMS2850 Schottky diode, optimized for efficient RF-to-DC conversion.
- The second rectifier circuit adopts a multi-stage architecture utilizing HSMS-285C Schottky diodes, with individual branches tuned to each target frequency.



Mono-band rectifier

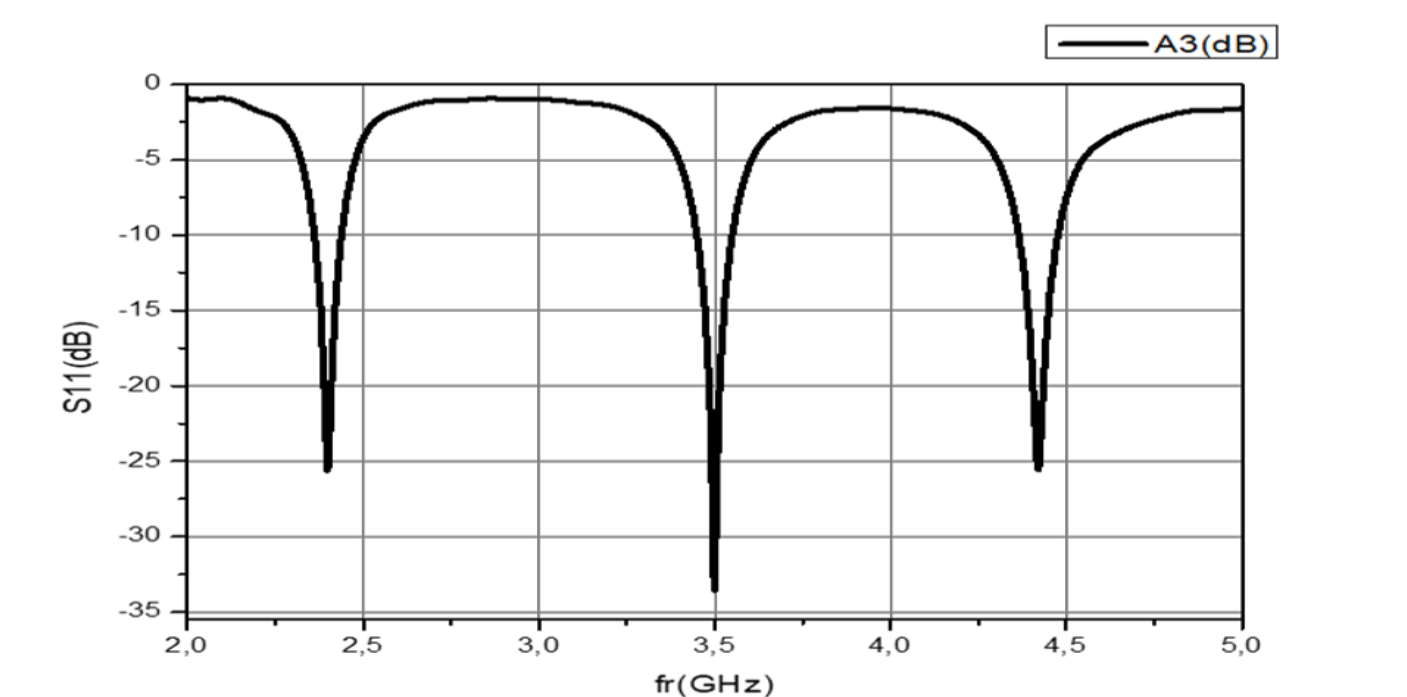


Tri-band rectifier

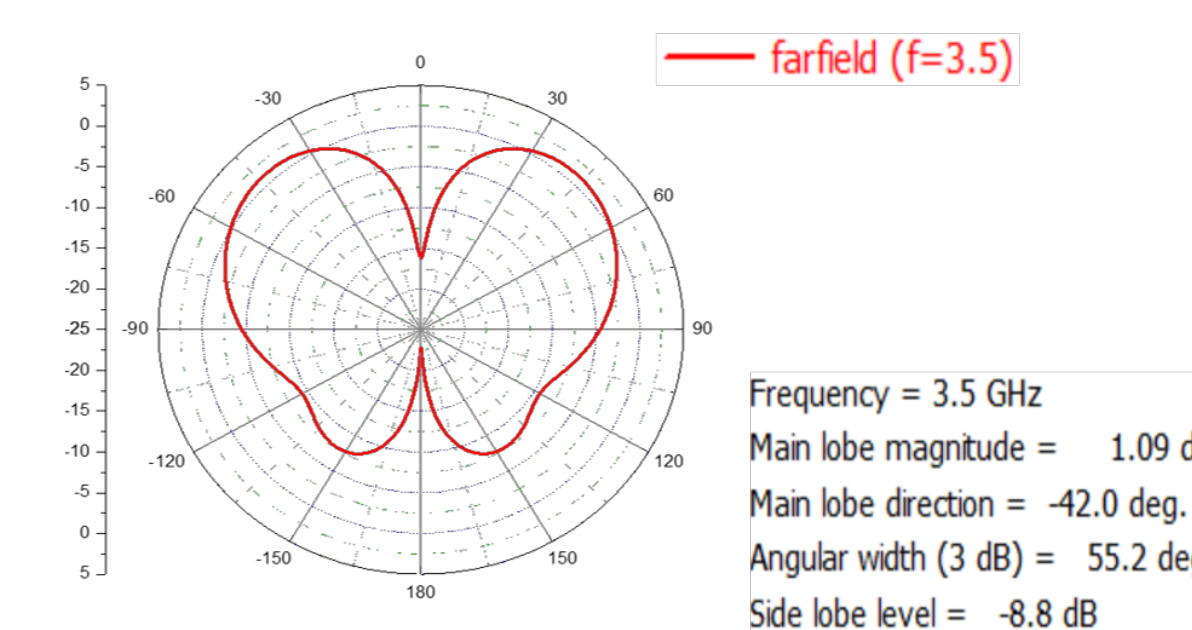


(a)

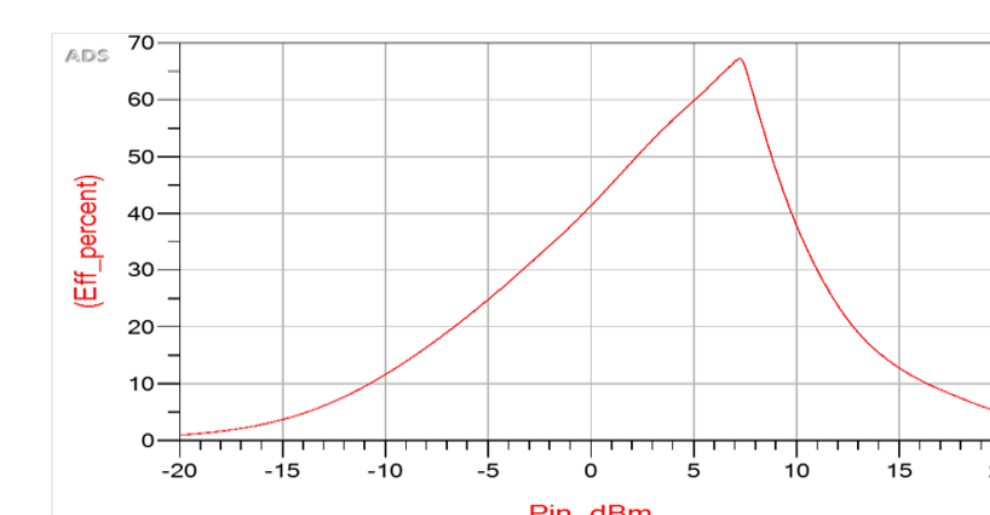
Return loss S11 (dB) of antenna mono-band (a) and triple-band (b)



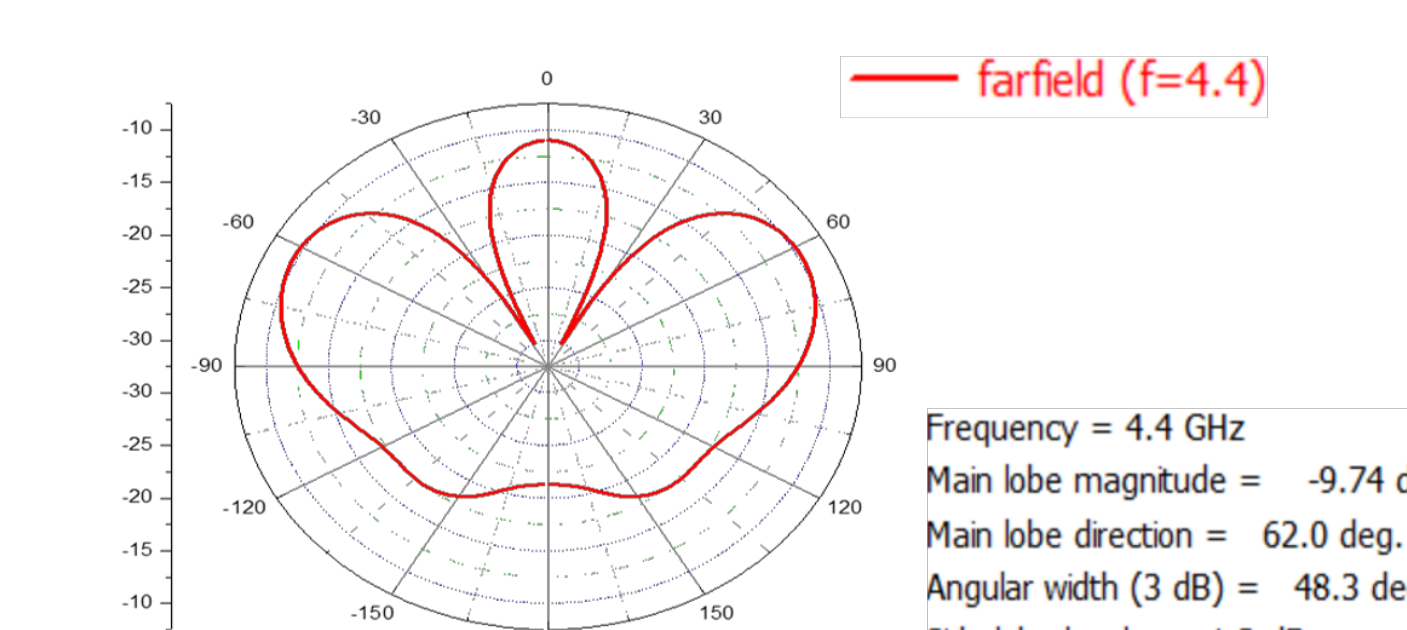
Radiation Pattern of antenna Mono-band



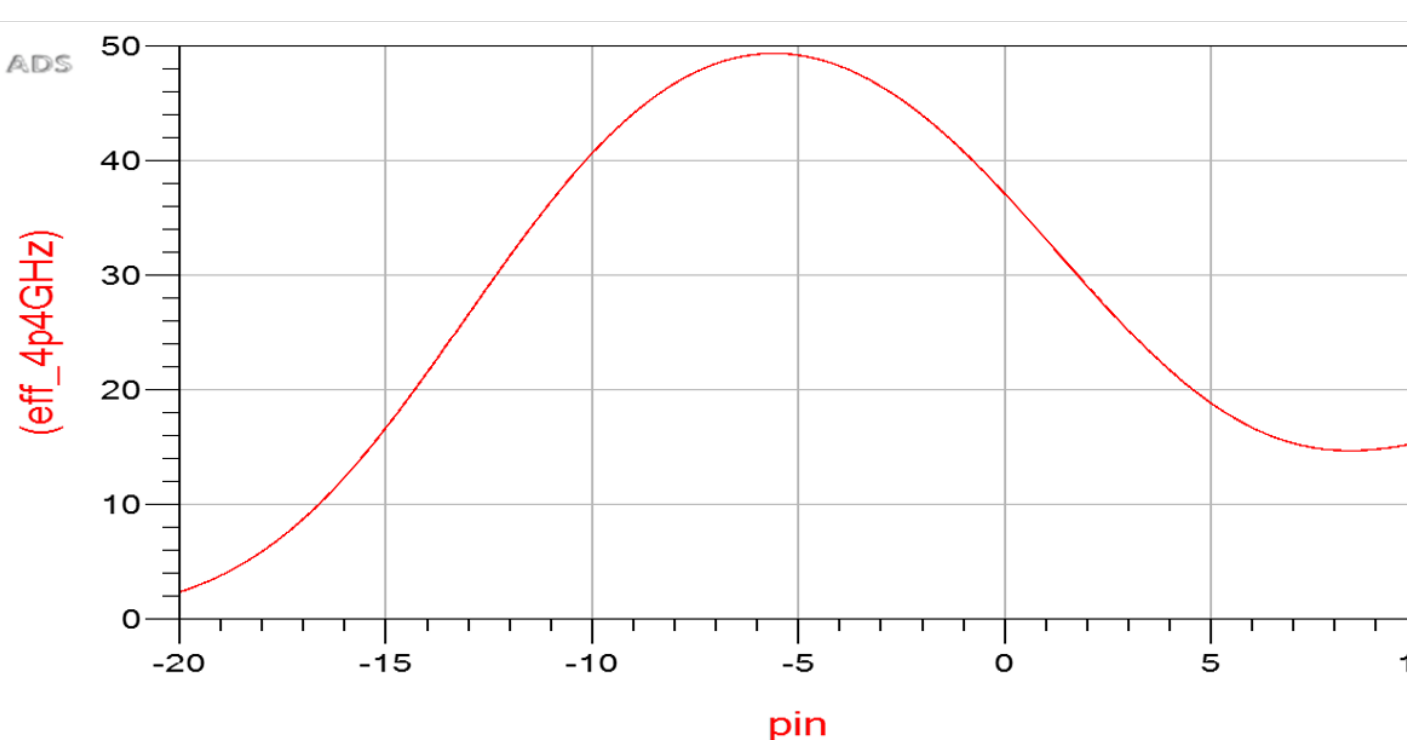
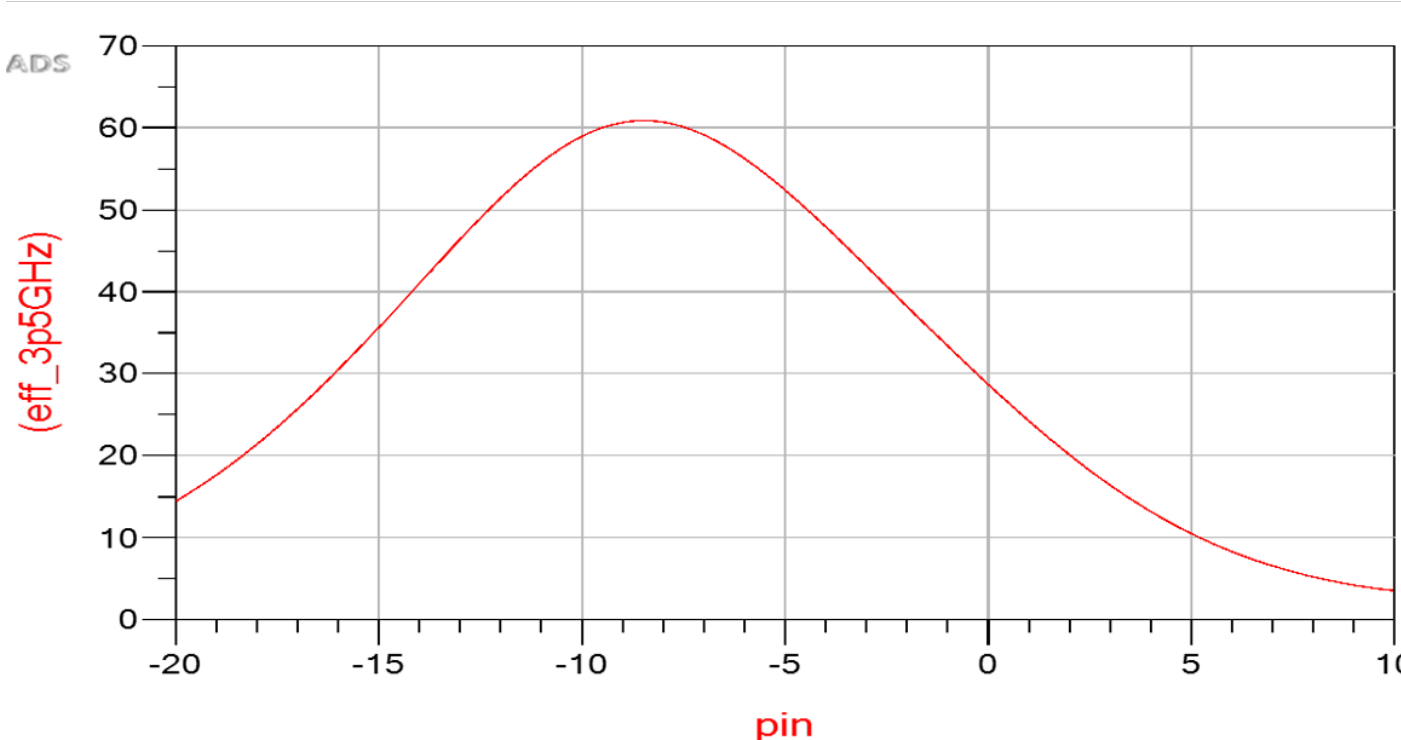
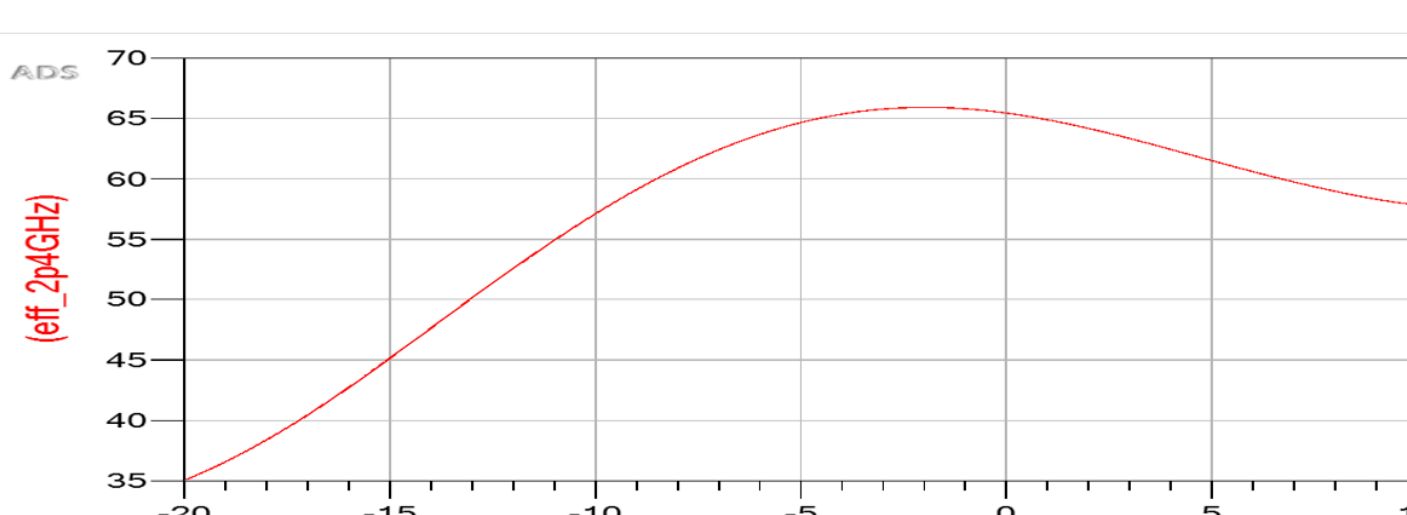
RF to DC conversion Efficiency (%) of rectifier Mono-band



Radiation Pattern of antenna Tri-band



RF to DC conversion Efficiency (%) of rectifier Tri-band



Here, the design and performance evaluation of two compact microstrip-based rectenna systems for ambient RF energy harvesting, supporting mono- and tri-band operations, is presented. Each rectenna incorporates an optimized RF-to-DC rectifying circuit using Schottky diodes. The mono-band rectenna, operating at 2.4 GHz, achieved the highest antenna gain (6.49 dBi)(simulated through CST [4]) and a peak efficiency of 65%(simulated through ADS [5]), making it well-suited for dedicated Wi-Fi energy harvesting. The tri-band rectenna demonstrated the most versatile operation, covering 2.4-, 3.5, and 4.4 GHz bands relevant to Wi-Fi, Wi-MAX, and WLAN applications, reaching up to 65% efficiency despite increased complexity.

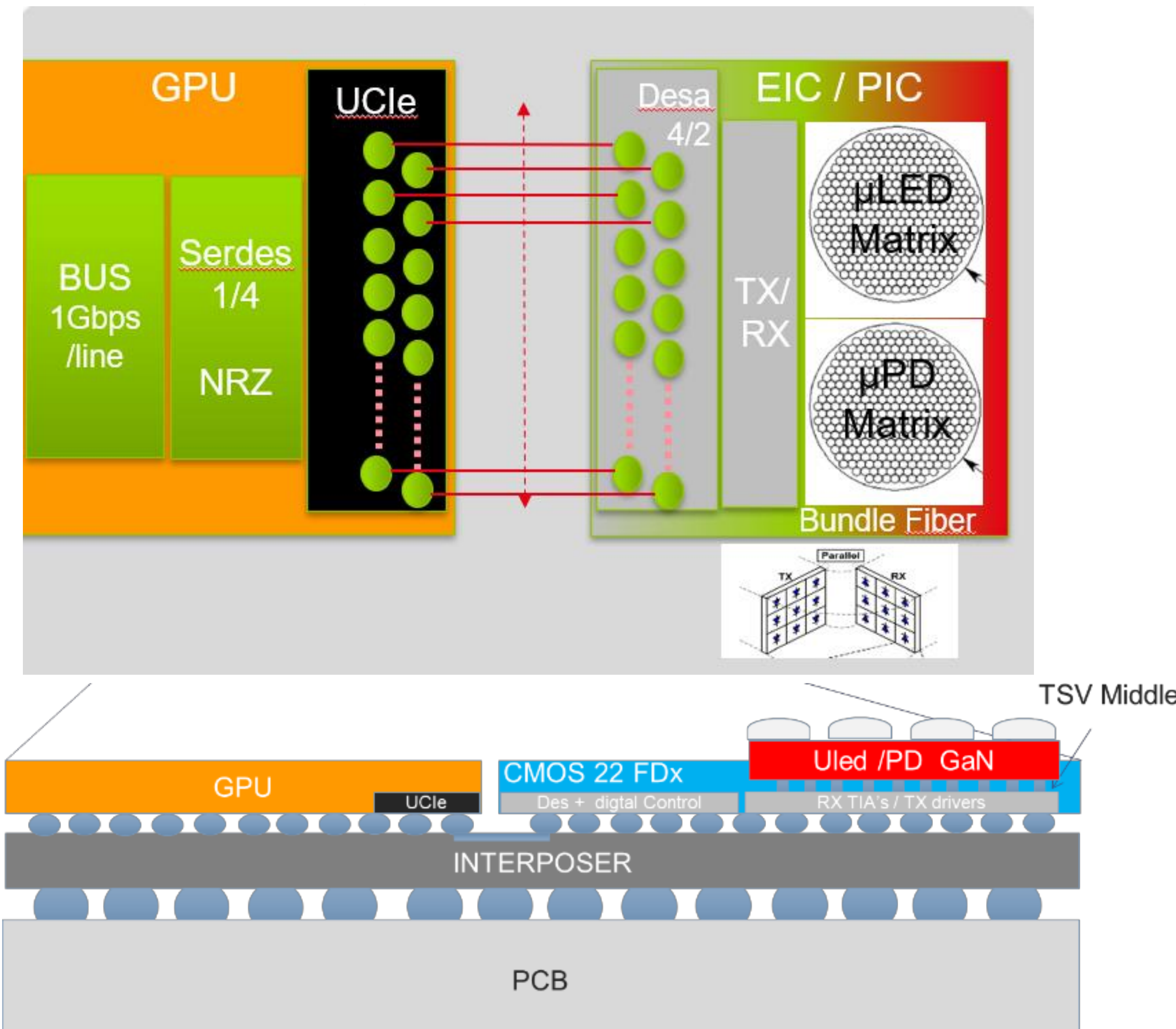
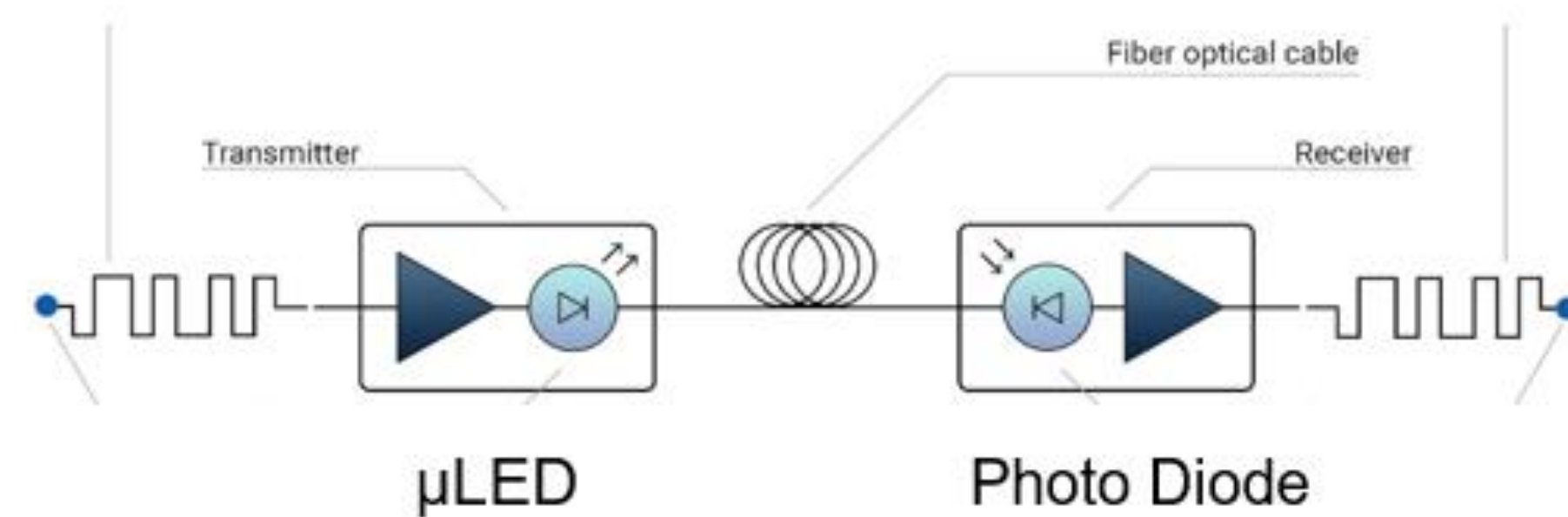
1. M.; Jahanbakhsh Basherlou, <https://doi.org/10.3390/s24216804>. *Sensors* 2024
2. D. Bouchouicha, F. Dupont, M. Latrach, and L. Ventura, “Ambient RF energy harvest ing,” *International Conference on Renewable Energies and Power Quality*, Spain, pp. 1–5
3. Khan, N.U.; Ullah, S.; Khan, F.U.; Merla, *Sensors* 2024, 24, 2986. <https://doi.org/10.3390/s24102986>
4. <https://www.3ds.com/products/simulia/cst-studio-suite>.
5. <https://www.keysight.com/simulated/>Advanced Design System

Context

- More powerful supercomputers require faster communication links with high energy efficiency and very low latency
- Optical links are essential to scale accelerated computing for growing HPC & AI workloads for short range and high range
- LEDs are typically used for short-range optical links, while lasers are preferred for long-range.

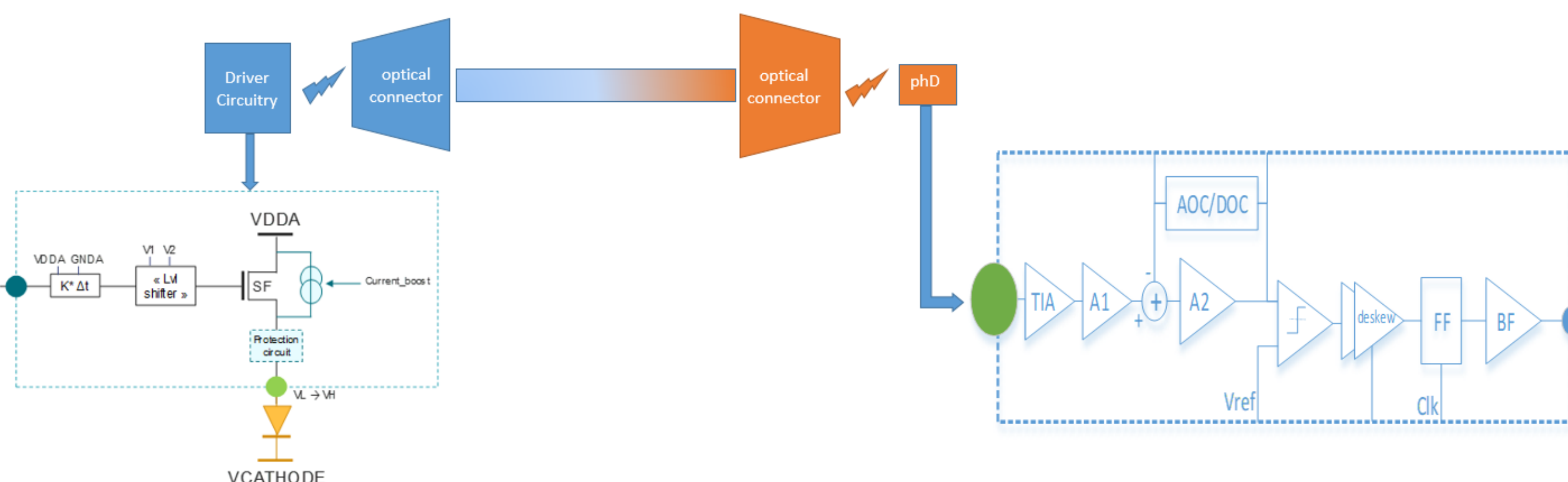
Objectives

- Develop a high-speed optical communication link for inter-chip communication.
- Design of High-Speed links Using μ LEDs and Photodiodes: From Multi-Gbit/s to Tbit/s
- Design of the Transmitter and Receiver for Ultra-Fast Optical Links
- Achieve energy and power efficiency



Research System

- Transmitter Module → GaN-based μ LEDs, Adaptive Driver Circuitry, Modulation Management.
- Receiver Module → GaN Photodiode, TIA(Trans-Impedance Amplifier), Post Amplifiers.



Specifications and Strategy

- Technology : 22nm FDX projection to 10nm FD
- Target Bitrate: Up to multi-Gb/s, scalable toward Tb/s.
- Low Energy Efficiency
- Strategy:
 - Perform link budget analysis to define realistic specs.
 - Identify influential parameters for optimization.
 - Design and Simulation

State-Of-the-Art

- **Avicena** : highest in terms of performances as of today

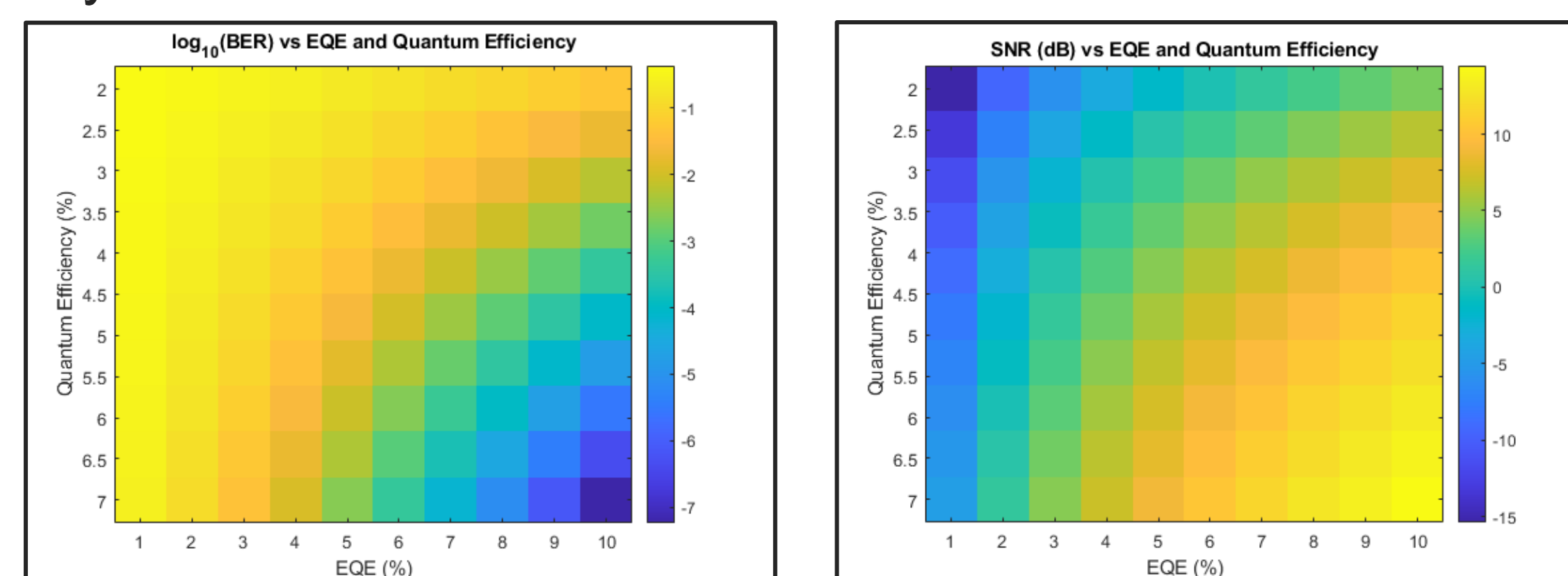
Technology	Datarate	Energy Efficiency	BER
16nm FinFET CMOS	Up to 1 Tbps	~0,5 pJ/bit	10^{-12}

Data and Preliminary Results

- BudgetLink Evaluation → Parameters Configuration and System Study

	Current Data	Ongoing Data
Bandwidth	2GHz	1GHz
EQE	10%	0,463%
OP Voltage	3,3V	4V
OP current (DC)	0,1mA	1,2mA
ΔI_{PD}	$16,5 \cdot 10^{-12}A$	$6,7 \cdot 10^{-12}A$
SNR_{Rx}	14,49dB	13,8dB
BER_{Rx}	10^{-7}	10^{-6}

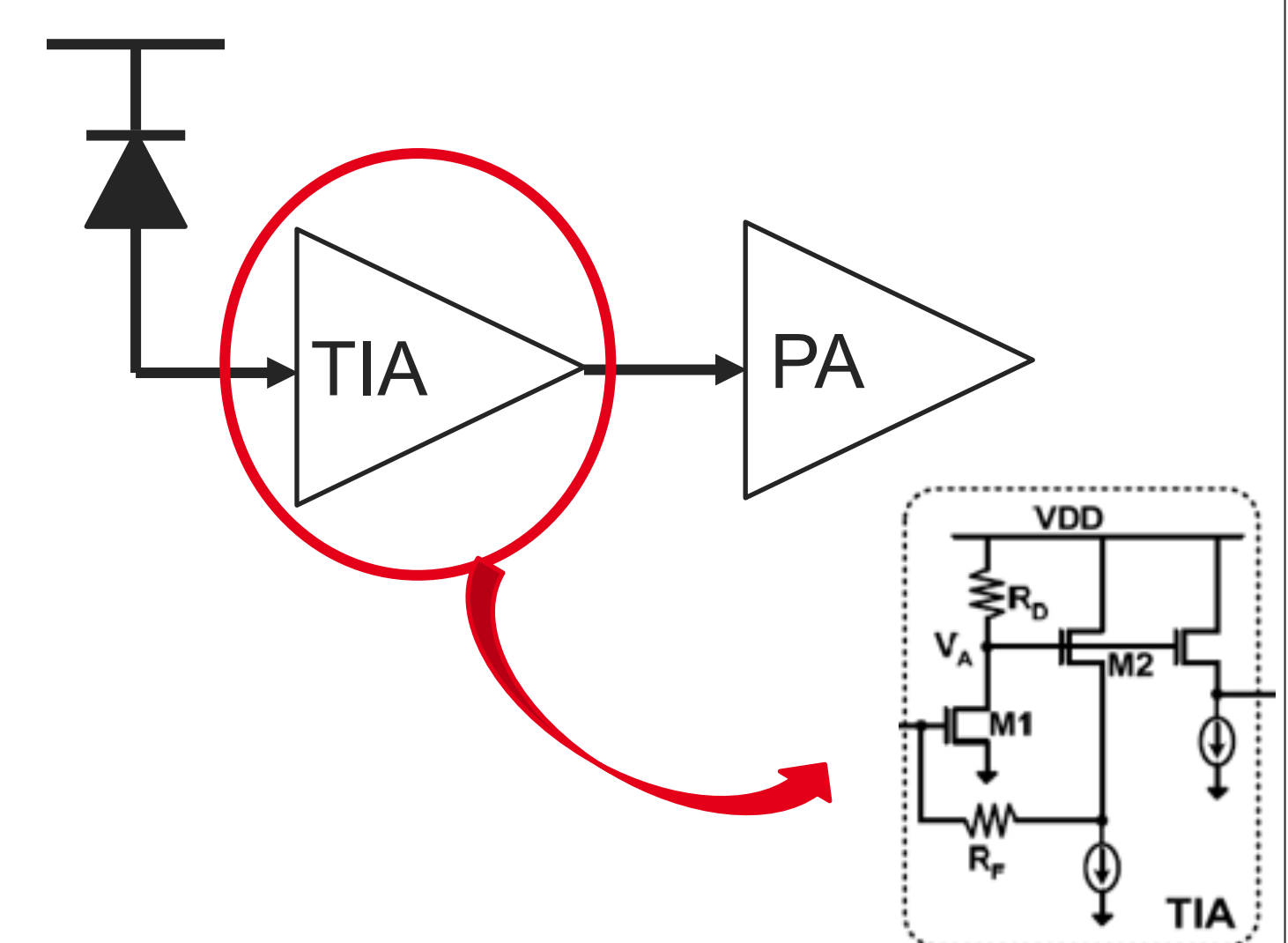
- Use of BudgetLink to study on matlab the optimization of the system



- Shows the importance of optimizing parameters such as the EQE for example

Future Work

- Design Of the Receiver Chain : TIA Topology Study and Optimization



References :

- [1] Parallel Versus Serial: Design of an Optical Receiver With Integrated Blue Photodetectors and Digitally Tunable Low-End Cutoff Frequency for MicroLED-Based Parallel Interchip Communication, Farzad Khoeeini , Member, IEEE, Bardia Pezeshki, Senior Member, IEEE, Emad Afifi , Alex Tselikov, Robert F. Kalman, Bahareh Hadidian , Graduate Student Member, IEEE, and Ehsan Afshari , Senior Member, IEEE [2023]
- [2] High-Speed Micro-LEDs Based on Nano-Engineered InGaN Active Region Towards Chip-to-Chip Interconnection, Zhenhao Li , Luming Yu, Bo Liu , Xinran Zhang , Zengyi Xu , Xianhao Lin , Zhibiao Hao, Yi Luo, Changzheng Sun , Member, IEEE, Bing Xiong , Member, IEEE, Yanjun Han, Jian Wang , Hongtao Li, Lin Gan , Nan Chi , Senior Member, IEEE, and Lai Wang , Member, IEEE[2024]
- [3] Data communication using blue GaN-on-Si micro-LEDs reported on a 200-mm Silicon substrate, Sultan El Badaoui, Luc Maret, Nicolas Delaunay, Anthony Cibié, Patrick Le Maitre, Clement Ballot, Julia Simon, Bastien Miralles, Bernard Aventureur, Paolo De Martino, Stephanie Jacob and Yannis Le Guennec



1er Congrès de la Société Mauritanienne de Physique

«La physique au service du développement»

du 16 au 18 juin 2025

Oumou DIENG, Djiby NDIONGUE, Khady LOUM, Cheikh THIAW, Ould Cheikh Lemine, Mohamed Yahya TEYAH, Moussa Ibra Ngom, Ibrahima DIATTA, Segha GUEYE Habiboula Lemrabott EHEVID and Grégoire SISOOKO

Objectif

Détermination de l'épaisseur optimum de la base (p) dopée (Nb) d'une photopile au silicium (n⁺/p/p⁺) sous température et champ magnétique et sous éclairement monochromatique en modulation de fréquence de la face(n⁺), par l'étude des vitesses de recombinaison à la jonction et en face arrière.

Mots Clés : Photopile au Silicium- Coefficients de diffusion-Dopage- Champ magnétique-Coefficient d'absorption-Fréquence Vitesse de recombinaison- Epaisseur optimum

1. Théorie

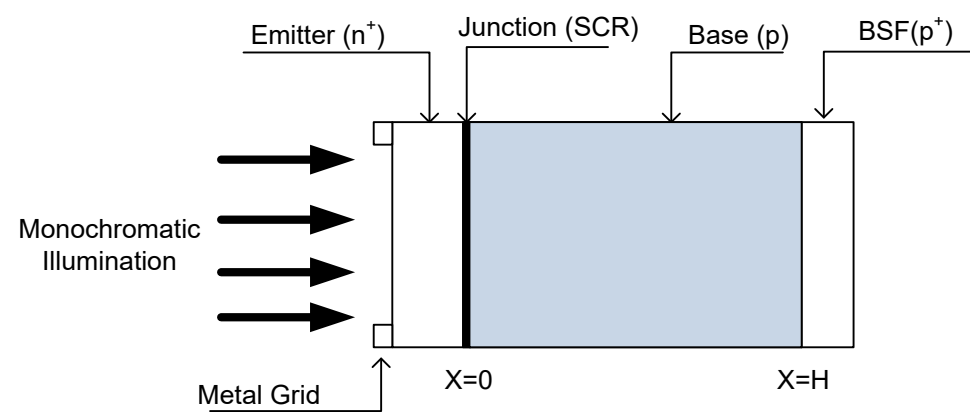


Figure 1: Structure d'une photopile monofaciale au silicium de type (n⁺/p/p⁺)

2. Equation de continuité

$$D(B,T,Nb) \times \frac{\partial^2 \delta(x,B,T,Nb,t)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x,B,T,Nb,t)}{\tau} = -G(x,\omega,t) + \frac{\partial \delta(x,B,T,Nb,t)}{\partial t} \quad 1$$

$$D(B,T,Nb) = \frac{D(B,T)}{\sqrt{1 + 81 \cdot \frac{Nb}{Nb + 3,2^{18}}}} \quad 2$$

$$D(B,T) = \frac{D(T)}{1 + (\mu(T) \cdot B)^2} \quad 3$$

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base (x = 0)

$$D(B,T,Nb) \frac{\partial \delta(x,B,T,Nb,t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = S_f \times \delta(0, B,T,Nb,t) \quad 4$$

- A la face arrière (x = H)

$$D(B,T,Nb) \frac{\partial \delta(x,B,T,Nb,t)}{\partial x} \Big|_{x=H} = -S_b \times \delta(H, B,T,Nb,t) \quad 5$$

4. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE AVANT

$$\frac{\partial J_{ph} \left((B, T, \alpha_\lambda, H, S_f, S_b) \right)}{\partial S_b} = 0$$

$$S_{f,1}(B, T, H, \alpha_\lambda) = D(B, T, Nb) \left\{ \alpha_\lambda - e^{-\alpha_\lambda H} \left(\frac{1}{L(B, T, Nb)} \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) + \alpha_\lambda \operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right) \right\} \left(e^{-\alpha_\lambda H} \left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) + \alpha_\lambda L(B, T, Nb) \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right) - 1 \right)$$

5. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIERE

$$\frac{\partial J_{ph}(B, T, \alpha_\lambda, H, S_f, S_b)}{\partial S_f} = 0$$

$$S_{b,2}(B, T, \alpha_\lambda, H) = D(B, T, Nb) \frac{\alpha_\lambda \left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) - e^{-\alpha_\lambda H} \right) - \frac{1}{L(B, T, Nb)} \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right)}{\left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) - e^{-\alpha_\lambda H} - \alpha_\lambda L(B, T, Nb) \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right)}$$

6. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIERE

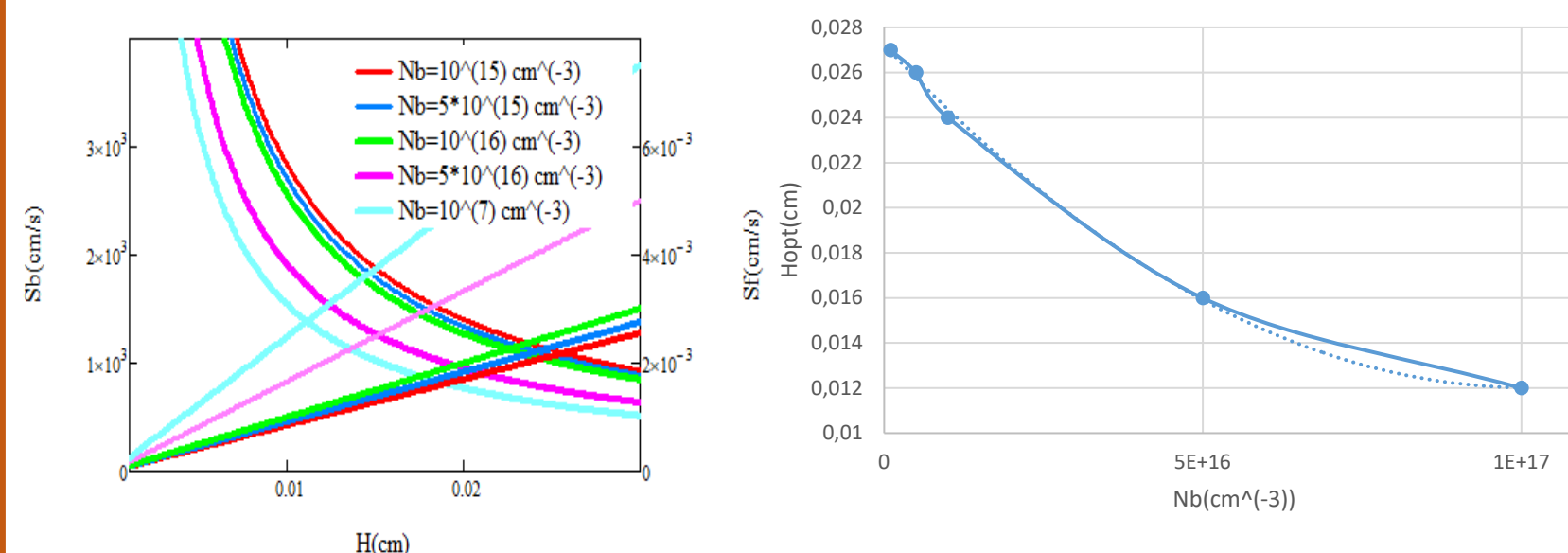


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), $\alpha = 7050 \text{ cm}^{-1}$

$$H_{opt}(cm) = 10^{-36} Nb^2 - 3 \times 10^{-19} Nb + 0.0272 \quad 10$$

6

7

8

9

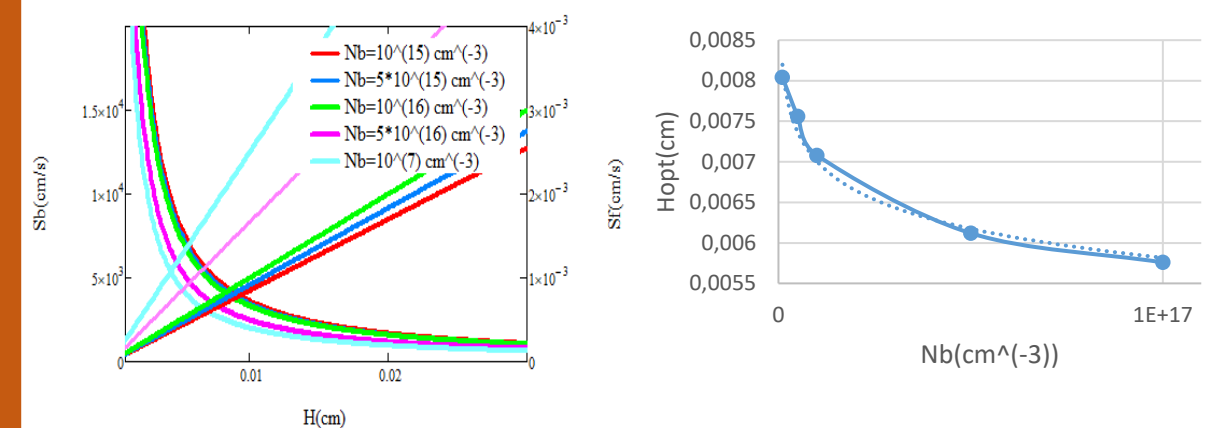


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), $\alpha = 1010 \text{ cm}^{-1}$

Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction du taux de dopage (Nb)

$$H_{opt}(cm) = -5 \times 10^{-4} \ln(Nb) + 0.026 \quad 11$$

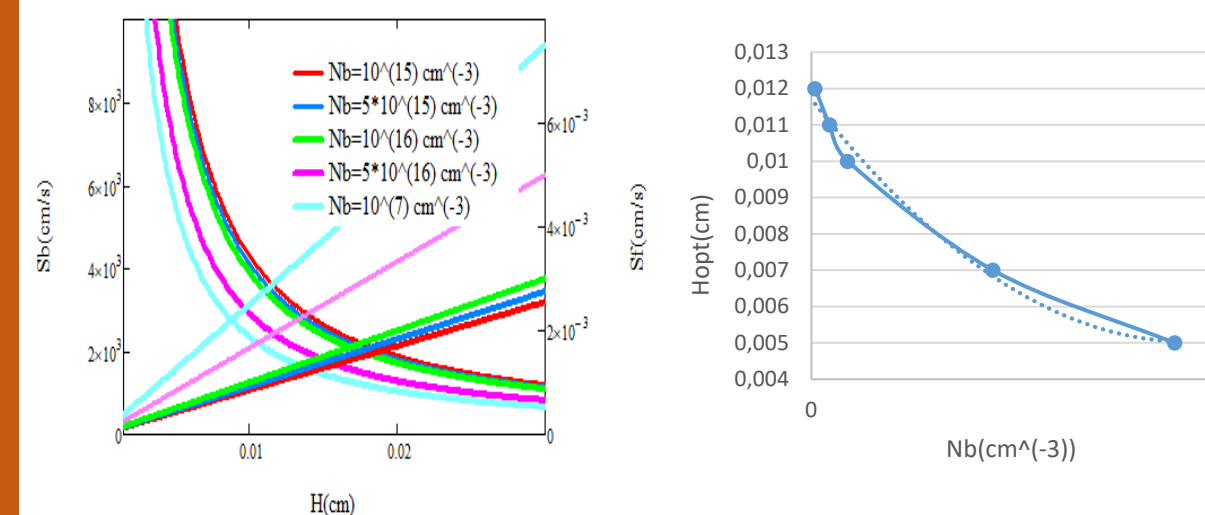


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), $\alpha = 383 \text{ cm}^{-1}$

Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction du taux de dopage (Nb)

$$H_{opt}(cm) = 6 \times 10^{-37} Nb^2 - 10^{-19} Nb + 0.0117 \quad 12$$

8. Conclusion

Les résultats obtenus de l'épaisseur optimum ($H_{opt}(\lambda)$) sont modélisés en fonction croissante avec la longueur d'onde (λ) de la lumière incidente. Par conséquent l'épaisseur optimum décroît avec le coefficient d'absorption ($\alpha(\lambda)$) du matériau (Si) [68, 69], quelle que soit la valeur de la fréquence de modulation (ω) de la lumière incidente.

1. (1996), « Light Spectral Effect on Recombination Parameters of Silicon Solar Cell », World Renewable Energy Congress, Pergamon, Part III, pp.1487-1490.

2. (2014), « Diffusion Coefficient in Silicon Solar Cell with Applied Magnetic Field and under Frequency: Electric Equivalent Circuits. », World Journal of Condensed Matter Physics, Vol.4 N°2, pp.84-92.

3. (2020), Back Surface Recombination Velocity Dependent of Absorption Coefficient as Applied to Determine Base Optimum Thickness of an n⁺/p/p⁺ Silicon Solar Cell. Energy and Power Engineering, 2020, 12, 445-458. <http://www.scirp.org/journal/epehttps://doi.org/10.4236/epe.2020.127027>

4. (2022). Determination of the optimum thickness of the base of the n⁺ / p / p⁺ silicon solar cell, illuminated by the rear face by a monochromatic light of long wavelength in frequency modulation. JCBPS; Section C; November, Vol. 12, No. 1; 064-077



Symposium Mauritanie 2025

«les sciences au service du développement durable »

du 16 au 20 juin 2025



Khady LOUM, Gilbert Ndiassé DIONE, Cheikh THAIW, Maimouna Mint Sidi DEDE, Youssou TRAORE, Lemrabott Habiboullah ELHEVID, and Gregoire SISSOKO

Objectif

Localization of the hig-low (p/p+) junction in the (p) base of an (n+-p-p+) silicon solar cell under (p+) back surface monochromatic illumination; Base optimum thickness determination

Mots Clés : bifacial silicon solar cell – Absorption coefficient – recombination – optimum base thickness.

1. Théorie

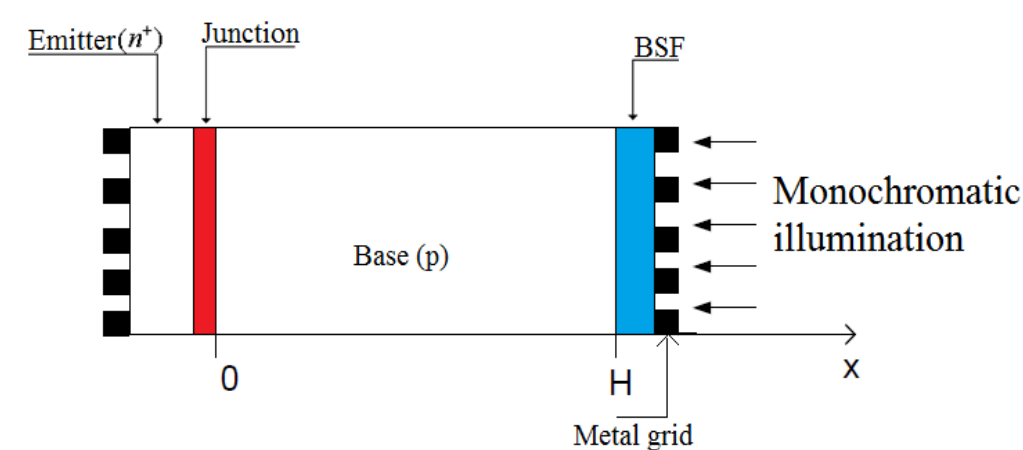


Figure 1: Structure of the bifacial (n+/p/p+) silicon solar cell

2. Equation de continuité

$$D \cdot \frac{\partial^2 \delta(x)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x)}{\tau} = -G(x)$$

1

$$L^2 = D \cdot \tau$$

2

$$G(x) = \alpha \cdot I_0 \cdot (1 - R) e^{-\alpha \cdot (H-x)}$$

3

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base ($x = 0$)

$$\left. \frac{\delta(x, \alpha)}{\partial x} \right|_{x=0} = \frac{S_f}{D} \delta(x, \alpha)$$

4

- A la face arrière ($x = H$)

$$\left. \frac{\delta(x, \alpha)}{\partial x} \right|_{x=H} = -\frac{S_b}{D} \delta(x, \alpha)$$

5

4. PHOTOCOURANT

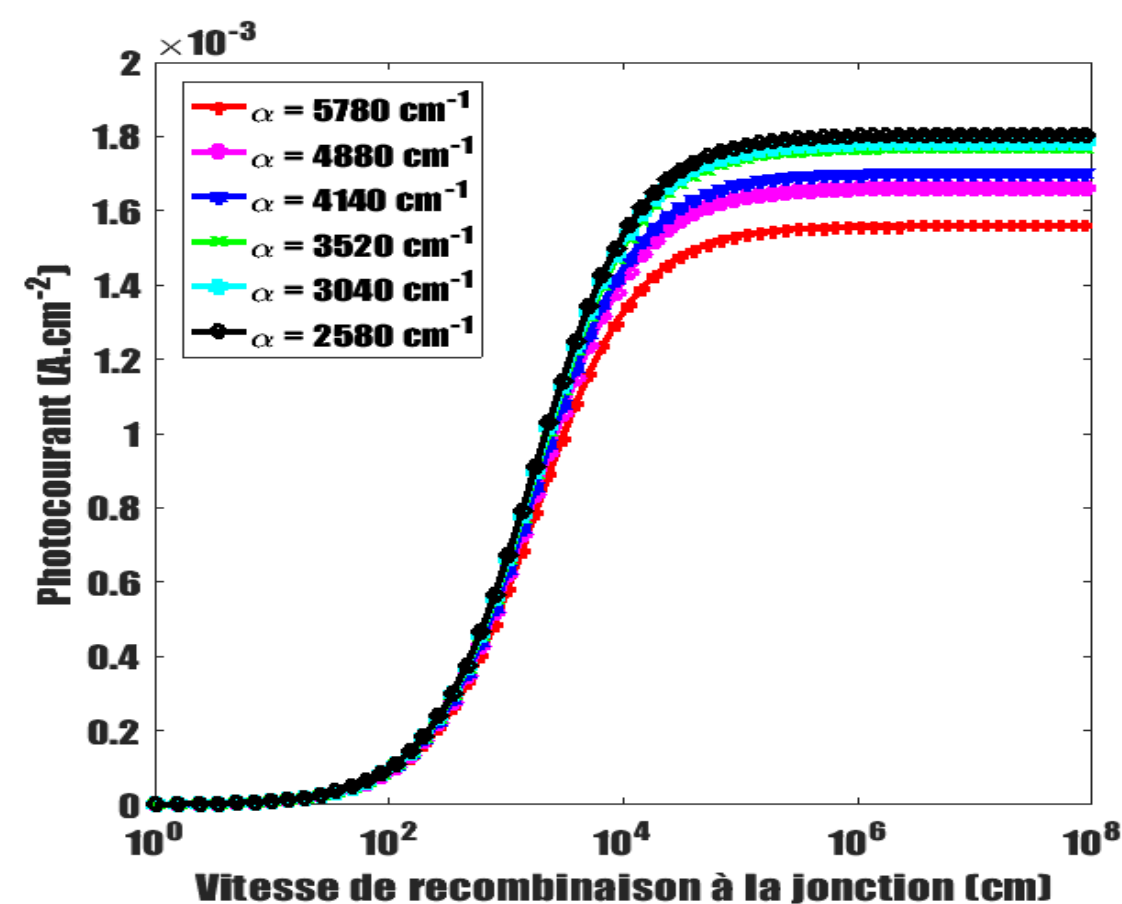


Figure 2: Densité de photocourant en fonction de la vitesse de recombinaison (Sf) des porteurs minoritaires à la jonction-n+/p).

5. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIERE

$$\frac{\partial J_{ph}((S_f, S_b, \alpha, H))}{\partial S_f} = 0$$

6

$$S_{b1}(H) = -\frac{D}{L} \cdot \tanh\left(\frac{H}{L}\right)$$

7

$$S_{b2}(H, \alpha) = \frac{D}{L} \cdot \frac{L \cdot \alpha - \left(L \cdot \alpha \cdot \text{ch}\left(\frac{H}{L}\right) + \text{sh}\left(\frac{H}{L}\right) \right) e^{-\alpha H}}{\left(-\text{ch}\left(\frac{H}{L}\right) + L \cdot \alpha \cdot \text{sh}\left(\frac{H}{L}\right) \right) e^{-\alpha H} + 1}$$

8

6. DETERMINATION DE L'EPAISSEUR OPTIMUM

$$\frac{\partial S_{b2}}{\partial H} = 0$$

9

$$G(H) = \text{th}\left(\frac{H}{L}\right)$$

10

$$F(H, \alpha,) = \frac{1}{L \cdot \alpha} \left[\frac{1}{e^{-\alpha H} \text{ch}\left(\frac{H}{L}\right)} - 1 \right]$$

11

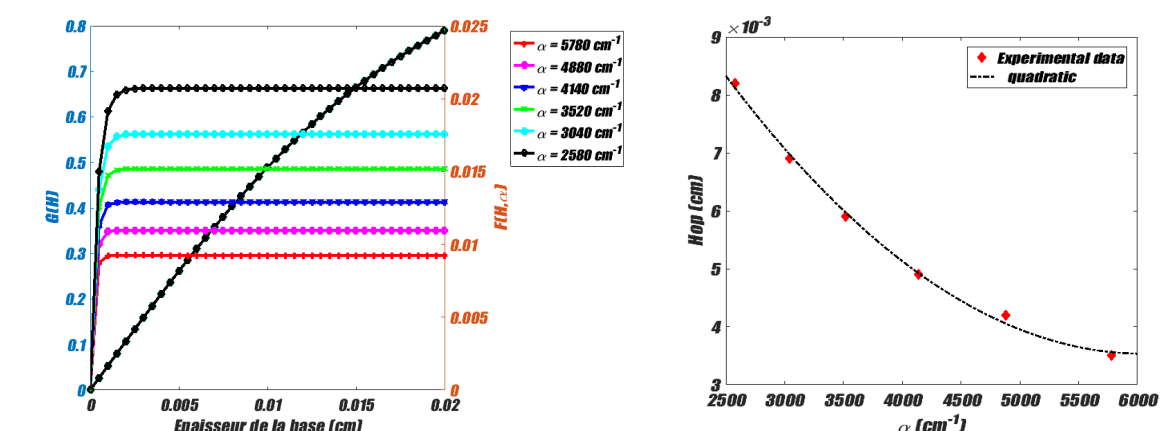


Figure 3: Epaisseur de la base en fonction du taux de génération pour différentes valeurs du coefficient d'absorption

Figure 4: Profile de Hopt en fonction du coefficient d'absorption

$$H_{op}(cm) = 3.8 \cdot 10^{-10} \cdot \alpha^2 - 4.6 \cdot 10^{-6} \alpha + 0.017$$

12

8. Conclusion

Nouvelle technique de détermination de l'épaisseur optimum de la base de la photopile, bifaciale, pour une économie de matériau (Si).

1. (2023), «Derivative of AC recombination velocity of minority carriers as applied to the determination of the optimum base thickness of an (n+/p/p+) silicon solar cell.», Journal of Scientific and Engineering Research (JSERBR). [http:// www.jsaer.com](http://www.jsaer.com), 2023, 10, 3 ,1-10.

2. (2023), Localization of the (p/p+) junction in the (p) base of an (n+-p-p+) silicon solar cell under front face (n+) monochromatic illumination. Journal of Scientific and Engineering Research, 2023, 10



Symposium Mauritanie
«les sciences au service du développement durable »
du 16 au 20 juin 2025

Université Norbert ZONGO

Rasmané SIMPORE, Cheikh THIAW, Gilbert N DIONE, Khady LOUM, Moussa CAMARA, Maimouna DIENG, Habiboula Lemrabott EHEVID, And Gregoire SISSOKO

Objectif

L’extension de l’épaisseur de la zone de charge d’espace dans la couche (p) CZTS, sous éclairement monochromatique et sous température.

Mots Clés : Cellule solaire CZTS – Coefficients d’absorption – Zone de charge d’espace – Température – Vitesse de recombinaison.

1. Théorie

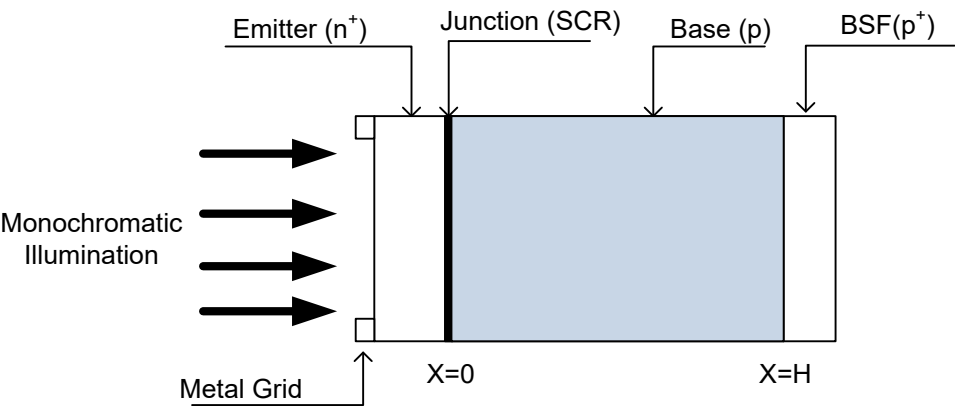


Figure 1: Structure d’une photopile monofaciale de type (n+/p/p+)

2. Equation de continuité

$$D \cdot \frac{\partial^2 \delta(x,T)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x,T)}{\tau} + g(x) = 0$$

1

3. Conditions aux limites

▪ A la jonction émetteur-base (x = 0)

$$\left. \frac{\delta(x,T,\alpha)}{\partial x} \right|_{x=0} = \frac{S_f}{D} \delta(0,T,\alpha)$$

2

▪ A la face arrière (x = H)

$$\left. \frac{\delta(x,T,\alpha)}{\partial x} \right|_{x=H} = -\frac{S_b}{D} \delta(H,T,\alpha)$$

3

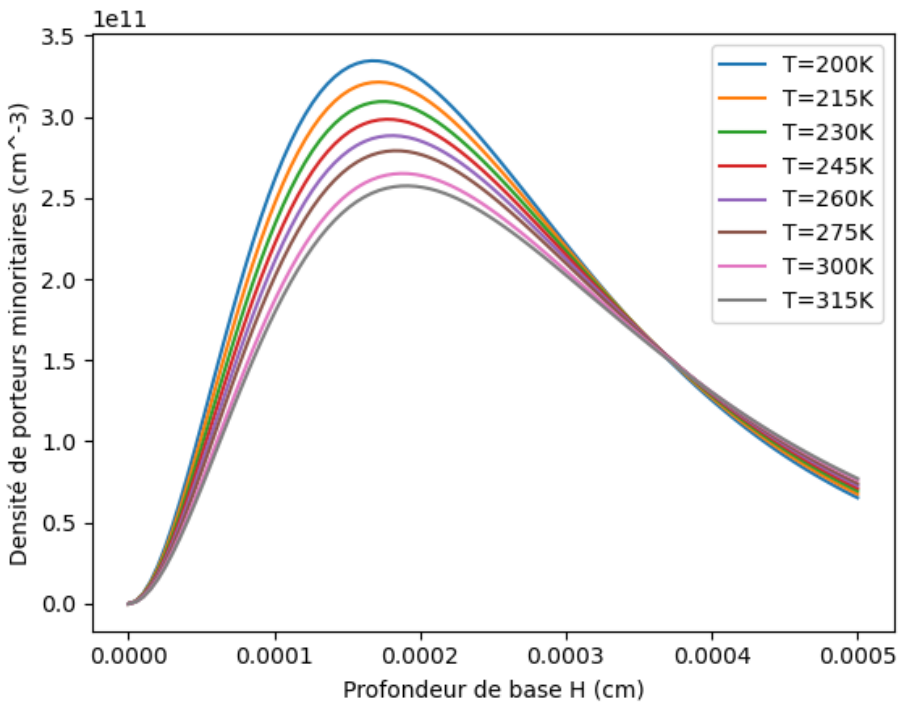


Figure 2: Profil de la densité de porteurs minoritaires en fonction de la profondeur de base pour différentes valeurs de la température et du coefficient d’absorption $\alpha = 11\,601.7\,cm^{-1}$

3. CAPACITE DE DIFFUSION

$$C(T,H,\alpha_\lambda,S_f,S_b) = \frac{dQ(T,H,\alpha_\lambda,S_f,S_b)}{dV_{ph}(T,H,\alpha_\lambda,S_f,S_b)}$$

4

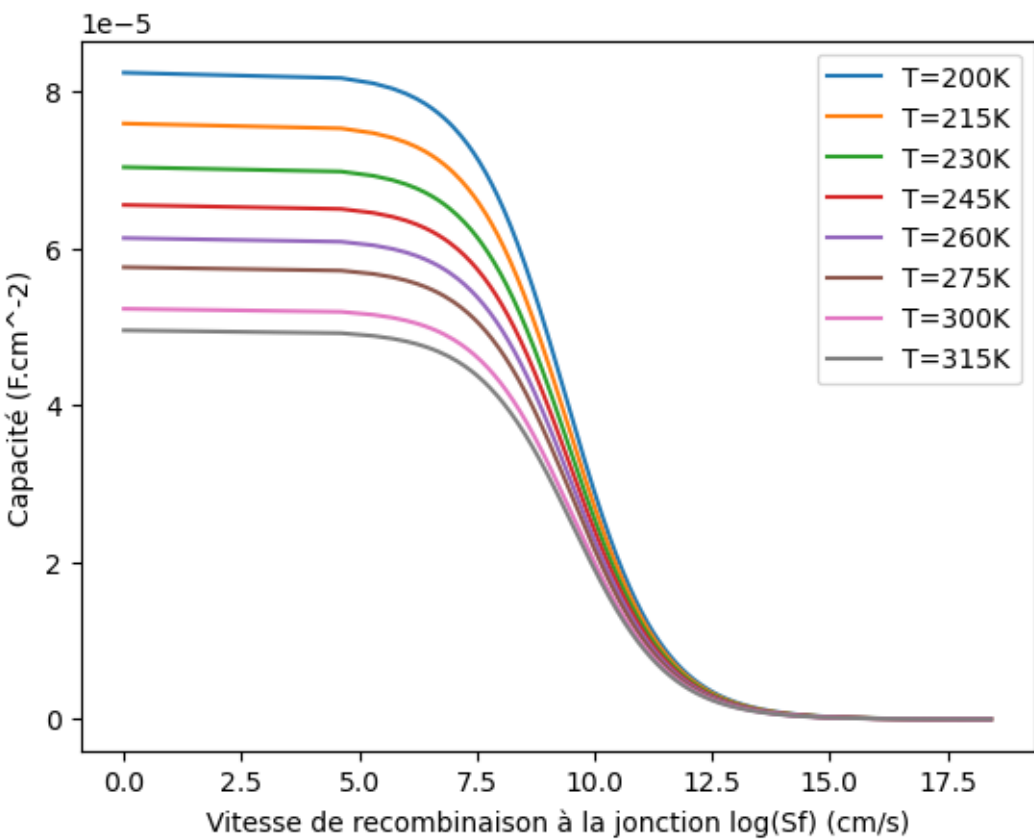


Figure 3: Capacité en fonction de la vitesse de recombinaison S_f pour différentes valeurs de température et du coefficient d’absorption $\alpha = 12\,548.1\,cm^{-1}$

Tableau 1 : Capacité en fonction de la température et du coefficient d’absorption $\alpha = 12\,548.1\,cm^{-1}$

T(K)	200	215	230	245	260	275	300	315
H(10 ⁻⁴ cm)	2.704	2.654	2.604	2.554	2.504	2.454	2.371	2.321
C(10 ⁻⁵ F/cm ²)	8.2	7.8	7.1	6.3	6.1	5.8	5.3	5

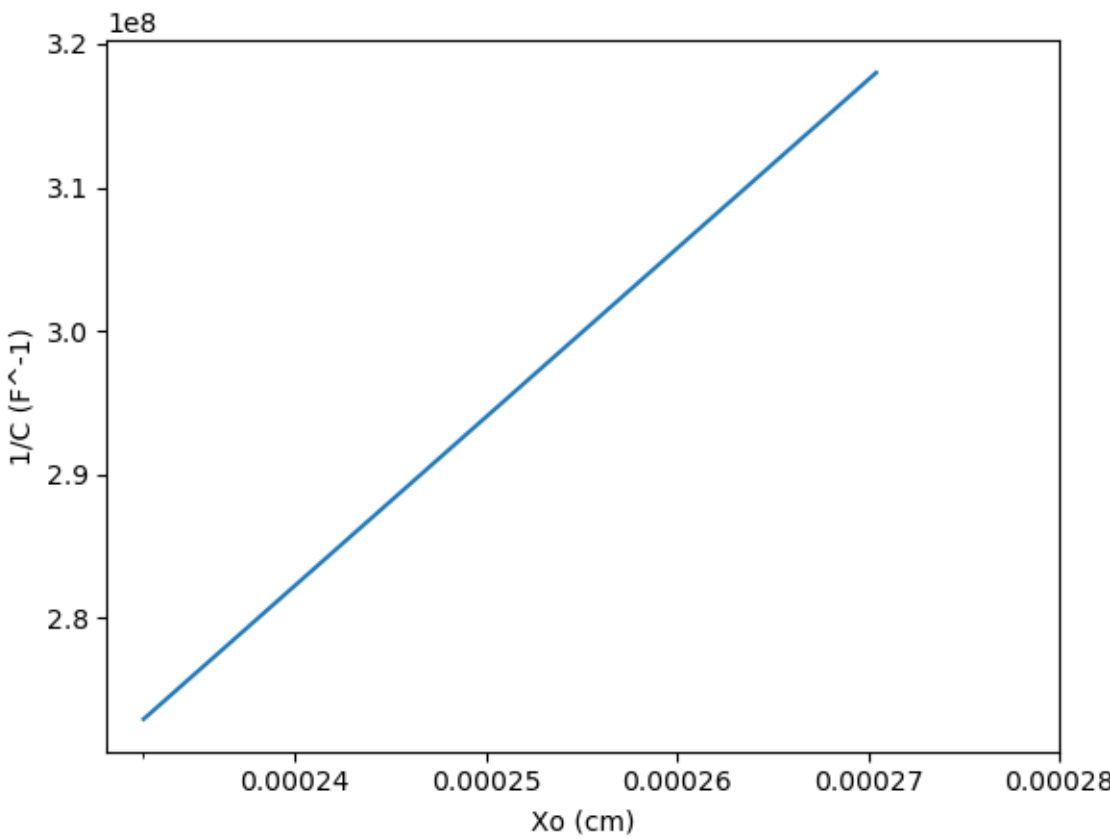


Figure 4 : Capacité en fonction de X0

8. Conclusion

Cette étude montre que dans des conditions d’illumination, la capacité de diffusion des porteurs libres contribue considérablement à la capacité de la cellule solaire. La température optimale T_{opt} est définie par les fluctuations de la capacité de la cellule solaire en fonction de la température. La température optimale permet d’obtenir une capacité de haute performance.

1. (1998), «Silicon Solar Cell Space Charge Region With Determination by a Study in Modelling », Elsevier Science Ltd, 0960-1481 .
2. (2024), «Détermination de l’épaisseur optimum de la couche (p) CZTS, sous éclairement monochromatique et sous température », International Journal of Advanced Research, 12(05):1172-1184.
<http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/18832>



Symposium de la société de physique de Mauritanie 2025

«les sciences au service du développement durable »



Nafy Diop, Gilbert Ndiassé Dione, Khady Loum, Moustapha Thiame, Lemrabott Habiboullah Elhevid And Gregoire Sissoko

Objectif

Etude de la photopile monofaciale (n+/p/p+) au silicium en régime statique sous éclairage monochromatique et sous température : détermination de l'épaisseur optimum de la base.

Mots clés : Photopile monofaciale au Silicium- Vitesse de recombinaison- Coefficient d'absorption-Température- Epaisseur optimum

1. Théorie

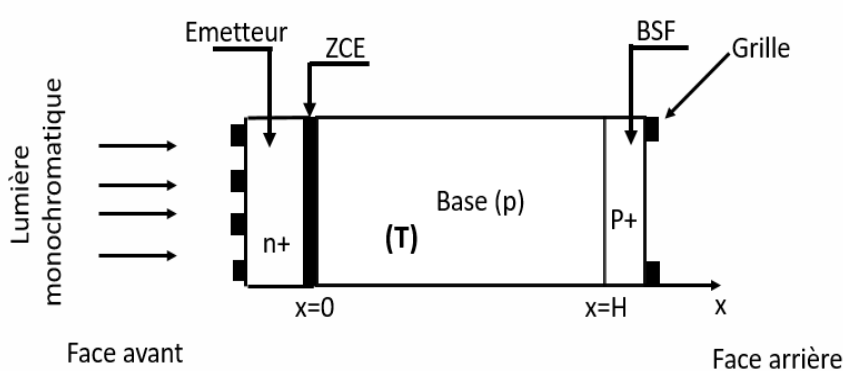


Figure 1: Structure d'une photopile monofaciale au silicium de type (n+/p/p+)

2. Equation de continuité

$$\frac{\partial^2 \delta(x, T, \alpha_\lambda)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x, T, \alpha_\lambda)}{(L(T))^2} + \frac{G(x, \alpha_\lambda)}{D(T)} = 0 \quad 1$$

$$D(T) = \mu(T) \times \frac{K_b \cdot T}{q} \quad 2$$

$$G(x, \alpha_\lambda) = \alpha_\lambda (1 - R_\lambda) \varphi_\lambda e^{-\alpha_\lambda x} \quad 3$$

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base ($x = 0$)

$$D(T) \frac{\partial \delta(x, T, \alpha_\lambda)}{\partial x} \Big|_{x=0} = S_f \delta(0, T, \alpha_\lambda) \quad 4$$

- A la face arrière ($x = H$)

$$D(T) \frac{\partial \delta(x, T, \alpha_\lambda)}{\partial x} \Big|_{x=H} = -S_b \delta(H, T, \alpha_\lambda) \quad 5$$

4. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE AVANT

$$\frac{\partial J_{ph}(S_f, H, S_b, S_f, T, \alpha)}{\partial S_b} = 0 \quad 6$$

$$S_{f2}(T, \alpha_\lambda, H) = \frac{D(T)}{L(T)} \times \frac{L(T)\alpha_\lambda - e^{-\alpha_\lambda H} \operatorname{sh}\left(\frac{H}{L(T)}\right) - (L(T))^2 \alpha_\lambda e^{-\alpha_\lambda H} \operatorname{ch}\left(\frac{H}{L(T)}\right)}{L(T)\alpha_\lambda e^{-\alpha_\lambda H} \operatorname{sh}\left(\frac{H}{L(T)}\right) + e^{-\alpha_\lambda H} \operatorname{ch}\left(\frac{H}{L(T)}\right) - 1} \quad 7$$

$$S_{f1} = -\frac{D(T)}{L(T)} \operatorname{th}\left(\frac{H}{L(T)}\right) \quad 8$$

5. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIERE

$$\frac{\partial J_{ph}(x, T, \alpha_\lambda)}{\partial S_f} \Big|_{S_f \geq 10^5} = 0 \quad 9$$

$$S_{b2} = \frac{D(T)}{L(T)} \times \frac{\alpha_\lambda L(T) \operatorname{ch}\left(\frac{H}{L(T)}\right) - \alpha_\lambda L(T) e^{-\alpha_\lambda H} - \operatorname{sh}\left(\frac{H}{L(T)}\right)}{\operatorname{ch}\left(\frac{H}{L(T)}\right) - e^{-\alpha_\lambda H} - \alpha_\lambda L(T) \operatorname{sh}\left(\frac{H}{L(T)}\right)} \quad 10$$

6. DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR OPTIMUM

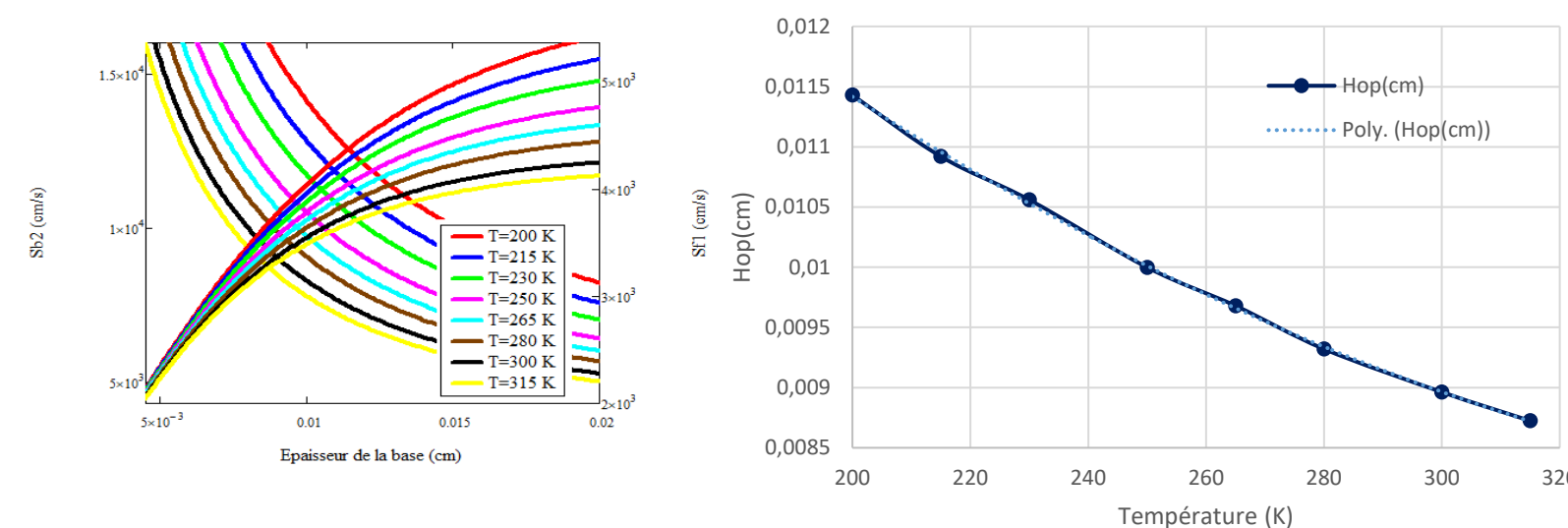


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), pour différentes températures et $\alpha = 2 \text{ cm}^{-1}$

$$\text{Hop}(\text{cm}) = 7.10^{-8}T^2 - 6.10^{-5}T + 0,00206 \quad 11$$

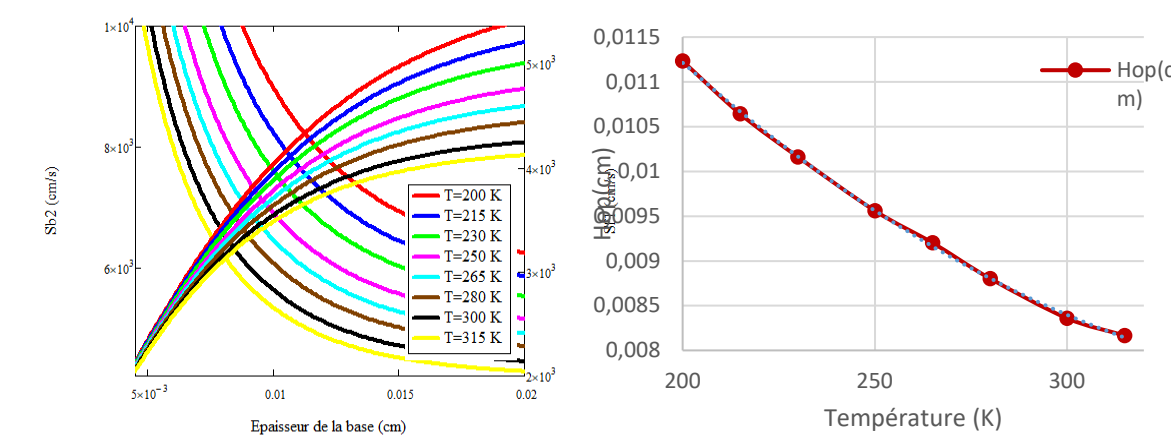


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), pour différentes températures et $\alpha = 850 \text{ cm}^{-1}$

Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction de la température

$$\text{Hop}(\text{cm}) = 1.10^{-7}T^2 - 8.10^{-5}T + 0,00227 \quad 12$$

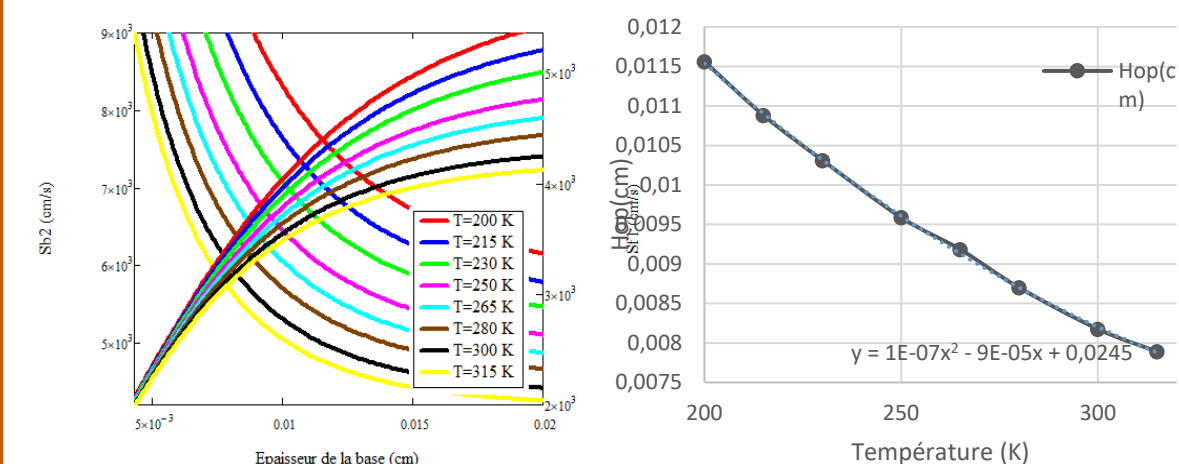


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), pour différentes températures et $\alpha = 8800 \text{ cm}^{-1}$

Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction de la température

$$\text{Hop}(\text{cm}) = 1.10^{-7}T^2 - 9.10^{-5}T + 0,00245 \quad 13$$

7. Conclusion

Les résultats obtenus de l'épaisseur optimum ($\text{Hop}(T)$) sont modélisés en fonction décroissante avec la température. Une épaisseur réduite de la base de la photopile est donc nécessaire, en particulier à des températures élevées, quel que soit le coefficient d'absorption.

1. (1996), « Light Spectral Effect on Recombination Parameters of Silicon Solar Cell », World Renewable Energy Congress, Pergamon, Part III, pp.1487-1490.

2. (2014), « Diffusion Coefficient in Silicon Solar Cell with Applied Magnetic Field and under Frequency: Electric Equivalent Circuits. », World Journal of Condensed Matter Physics, Vol.4 N°2, pp.84-92.

3. (2020), Back Surface Recombination Velocity Dependent of Absorption Coefficient as Applied to Determine Base Optimum Thickness of an n+/p/p+ Silicon Solar Cell. Energy and Power Engineering, 2020, 12, 445-458. <http://www.scirp.org/journal/epehttps://doi.org/10.4236/epe.2020.127027>

4. (2022). Determination of the optimum thickness of the base of the n + / p / p + silicon solar cell, illuminated by the rear face by a monochromatic light of long wavelength in frequency modulation. JCBPS; Section C; November, Vol. 12, No. 1; 064-077



1er Congrès de la Société Mauritanienne de Physique

«La physique au service du développement»

du 16 au 18 juin 2025

Tidiane DIAO, Moustapha THIAME, Moussa CAMARA, Khady LOUM, Gilbert N DIONE; Segá GUEYE, Habiboula Lemrabott EHEVID Grégoire SISSOKO

Objectif

Détermination de l'épaisseur optimum de la base (p) d'une photopile au silicium ($n^+/p/p^+$) sous température et sous éclairement polychromatique en modulation de fréquence de la face(n^+), par l'étude de la vitesse de recombinaison à la jonction et en face arrière.

Mots Clés : Photopile au Silicium- Eclairement polychromatique-Coefficients de diffusion-Température-Fréquence Vitesse de recombinaison-Epaisseur optimum

1. Théorie

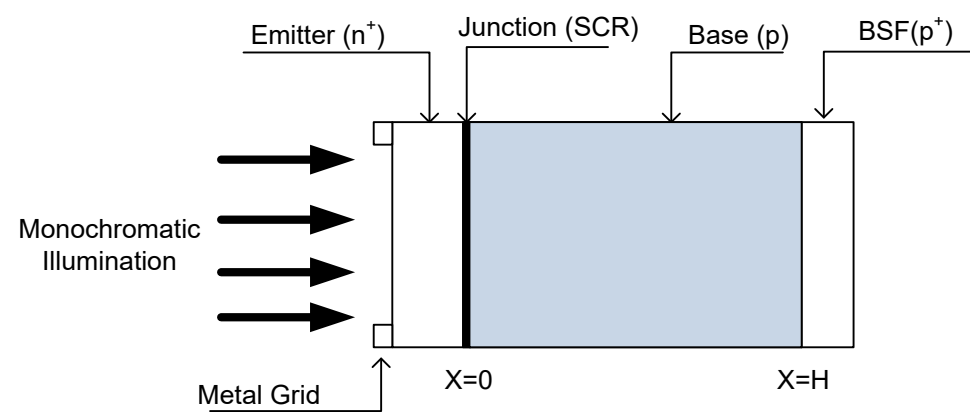


Figure 1: Structure d'une photopile monofaciale au silicium de type ($n^+/p/p^+$) sous température

2. Equation de continuité

$$D(\omega, T) \times \frac{\partial^2 \delta(x, \omega, T, t)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x, \omega, T, t)}{\tau} = -G(x, \omega, t) + \frac{\partial \delta(x, \omega, T, t)}{\partial t}$$

1

$$D(\omega, T) = D(T) \times \left(\frac{1 - j \cdot \omega^2 \cdot \tau^2}{1 + (\omega \cdot \tau)^2} \right)$$

2

$$D(T) = \frac{\mu(T) \cdot K_b \cdot T}{q}$$
$$\mu(T) = 1.43 \cdot 10^9 \cdot T^{-2.42} \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

3

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base ($x = 0$)

$$D(B, T, Nb) \frac{\partial \delta(x, \omega, T, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = S_f \times \delta(0, \omega, T, t)$$

4

- A la face arrière ($x = H$)

$$D(\omega, T) \frac{\partial \delta(x, \omega, T, t)}{\partial x} \Big|_{x=H} = -S_b \times \delta(H, \omega, T, t)$$

5

4. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE AVANT

$$\frac{\partial J_{ph} \left((B, T, \alpha_\lambda, H, S_f, S_b) \right)}{\partial S_b} = 0$$

6

$$S_{f,1}(B, T, H, \alpha_\lambda) = D(B, T, Nb) \left\{ \alpha_\lambda - e^{-\alpha_\lambda H} \left(\frac{1}{L(B, T, Nb)} \text{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) + \alpha_\lambda \text{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right) \right\} \left(e^{-\alpha_\lambda H} \left(\text{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) + \alpha_\lambda L(B, T, Nb) \text{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right) - 1 \right)$$

7

5. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIERE

$$\frac{\partial J_{ph}(\omega, T, b_i, H, S_f, S_b)}{\partial S_f} = 0$$

8

$$S_{b2}(\omega, T, b_i, H) = D(\omega, T) \sum_{i=1}^3 \frac{b_i \left(\text{ch} \left(\frac{H}{L(\omega, T)} \right) - e^{-b_i H} \right) - \frac{1}{L(\omega, T, Nb)} \text{sh} \left(\frac{H}{L(\omega, T, Nb)} \right)}{\left(\text{ch} \left(\frac{H}{L(\omega, T)} \right) - e^{-b_i H} - b_i L(\omega, T) \text{sh} \left(\frac{H}{L(\omega, T)} \right) \right)}$$

9

6. VITESSE DE RECOMBINAISON A LA JONCTION

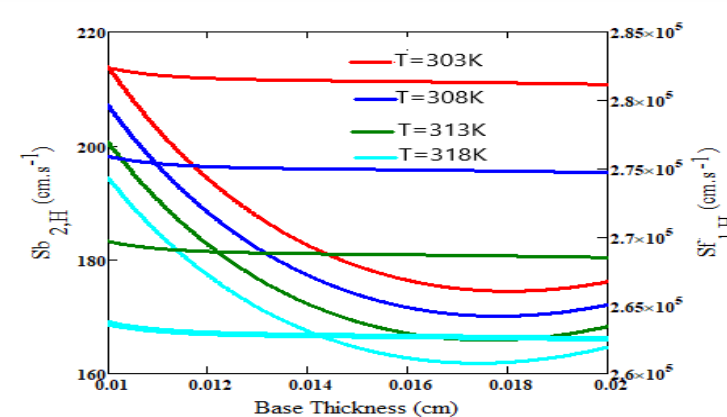
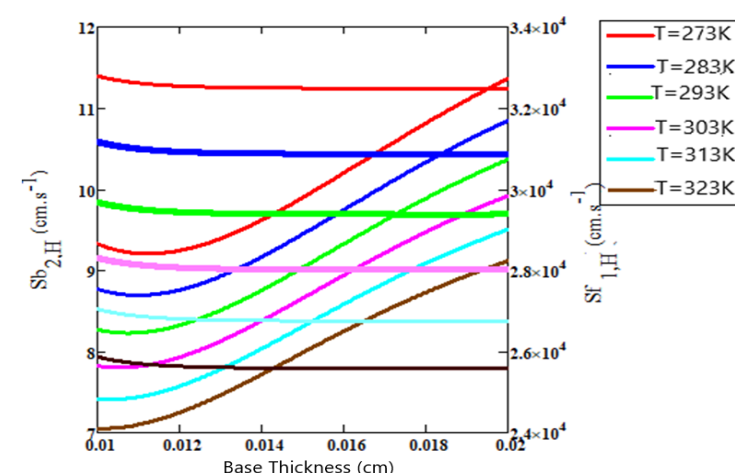


Figure : Représentation des vitesses Sf et Sb en fonction de l'épaisseur (H), $\alpha = 7050 \text{ cm}^{-1}$



10

Figure : Représentation des vitesses Sf et Sb en fonction de l'épaisseur (H), $\alpha = 1010 \text{ cm}^{-1}$

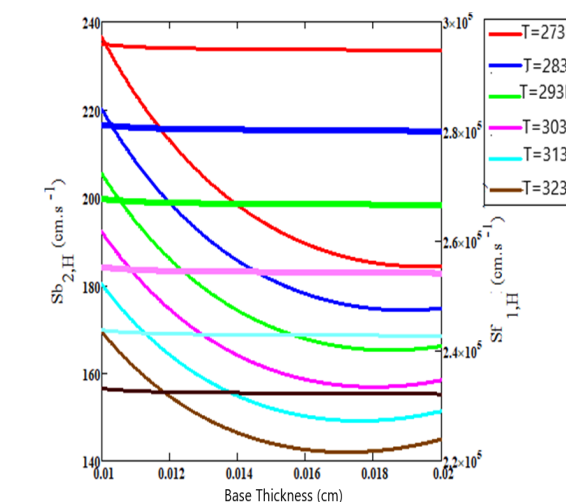


Figure : Représentation des vitesses Sf et Sb en fonction de l'épaisseur (H), $\alpha = 383 \text{ cm}^{-1}$

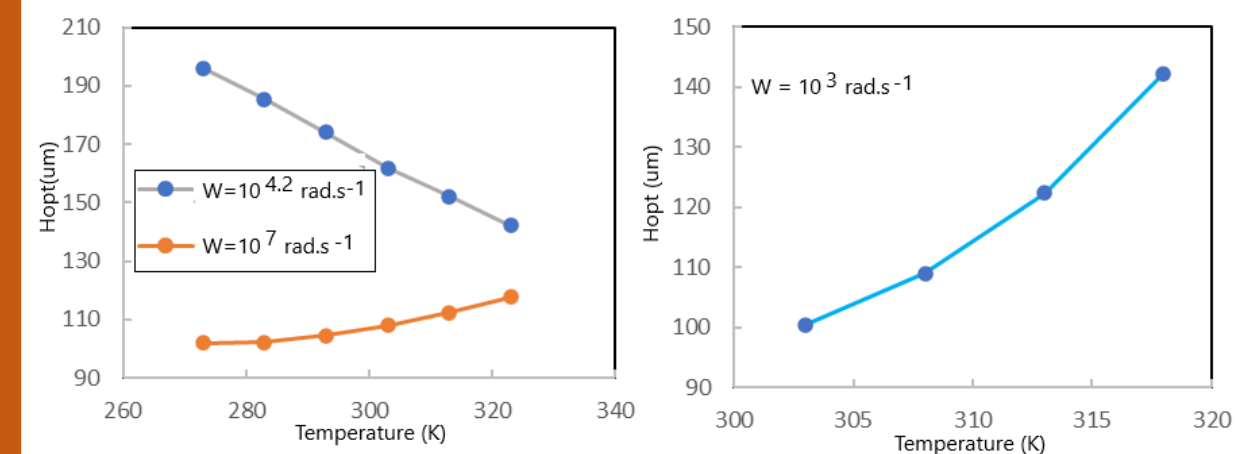


Figure . Epaisseur optimale en fonction de la température

1) Frequency regime $W \leq 10^3 \text{ rad.s}^{-1}$

$$H_{opt}(\text{um})(T) = 2,7784 T - 744,18$$

2) Frequency regime : $10^3 \text{ rad.s}^{-1} < W \leq 10^5 \text{ rad.s}^{-1}$

$$H_{opt}(\text{um})(T) = -1,088 T + 492,82$$

3) Frequency regime : $W > 10^5 \text{ rad.s}^{-1}$

$$H_{opt}(\text{um})(T) = 0,3223 T + 11,785$$

12

8. Conclusion

Les résultats obtenus de l'épaisseur optimum ($H_{opt}(\lambda)$) sont modélisés en fonction croissante avec la longueur d'onde (λ) de la lumière incidente. Par conséquent l'épaisseur optimum décroît avec le coefficient d'absorption ($\alpha(\lambda)$) du matériau (Si) [68, 69], quelle que soit la valeur de la fréquence de modulation (ω) de la lumière polychromatique incidente.

- (1996), « Light Spectral Effect on Recombination Parameters of Silicon Solar Cell », World Renewable Energy Congress, Pergamon, Part III, pp.1487-1490.
- (2014), « Diffusion Coefficient in Silicon Solar Cell with Applied Magnetic Field and under Frequency: Electric Equivalent Circuits. », World Journal of Condensed Matter Physics, Vol.4 N°2, pp.84-92.
- (2020), Back Surface Recombination Velocity Dependent of Absorption Coefficient as Applied to Determine Base Optimum Thickness of an $n^+/p/p^+$ Silicon Solar Cell. Energy and Power Engineering, 2020, 12, 445-458. <http://www.scirp.org/journal/epehttps://doi.org/10.4236/epe.2020.127027>
- (2022). Determination of the optimum thickness of the base of the $n^+ / p / p^+$ silicon solar cell, illuminated by the rear face by a monochromatic light of long wavelength in frequency modulation. JCBPS; Section C; November, Vol. 12, No. 1; 064-077

Density Functional Theory Study of Cu-Doping Effects on the Electronic and Optical Behavior of ZnO

Asma Tabib
Tabib.asma@gmail.com

Introduction

Zinc oxide (ZnO) is a prominent semiconductor material with a direct bandgap of 3.37 eV and a high exciton binding energy (60 meV), making it ideal for optoelectronic devices, sensors, and transducers[1]. To tailor its properties for enhanced performance, doping with transition metals such as copper (Cu) has been widely explored. This study investigates the electronic and optical properties of Cu-doped ZnO using *ab initio* simulations, focusing on bandgap engineering, charge carrier mobility, and optical absorption. The results demonstrate the potential of Cu-doped ZnO for visible-light applications, corroborating existing experimental and theoretical findings[2]

Computational Methodology

First-principles calculations were performed within the framework of *Density Functional Theory (DFT)* using the CP2K software package. The *generalized gradient approximation* (GGA) with the *Perdew-Burke-Ernzerhof* (PBE) functional was employed for exchange-correlation effects. To address the known bandgap underestimation issue in standard DFT (e.g., PBE predicts ~ 2.8 eV vs. ZnO's experimental gap of 3.4 eV), we incorporated *Hubbard-U corrections* (GGA+U) for improved treatment of strongly localized Zn-3d and O-2p states.

The Hubbard parameters were set to $U_{d-Zn} = 10$ eV and $U_{p-O} = 7$ eV, consistent with values validated in prior theoretical studies [?]. These corrections mitigate the self-interaction error in GGA by:

- Correcting excessive delocalization of Zn-3d electrons
- Enhancing bandgap alignment with experimental measurements
- Improving description of hybridized Zn-3d/O-2p states near the valence band maximum

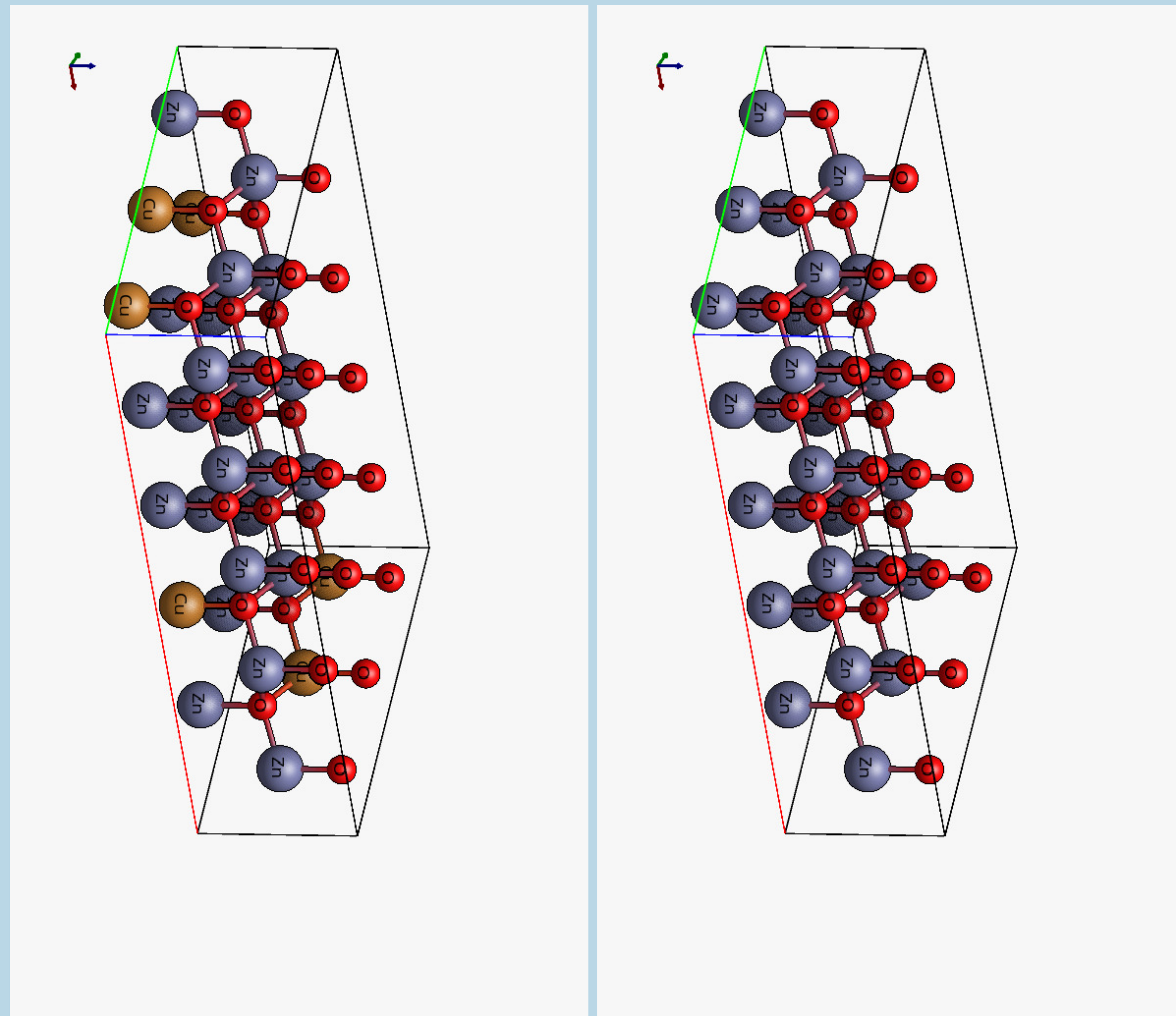
A $5 \times 3 \times 1$ *supercell* (60 atoms) of wurtzite ZnO was geometry-optimized until forces converged below 0.01 eV/Å. Brillouin zone sampling used a Γ -centered $2 \times 2 \times 2$ *k-point grid*. Electronic properties were analyzed via:

- Band structures (effective mass extraction)
- Projected density of states (PDOS) for orbital-resolved contributions
- Frequency-dependent dielectric functions (optical absorption)

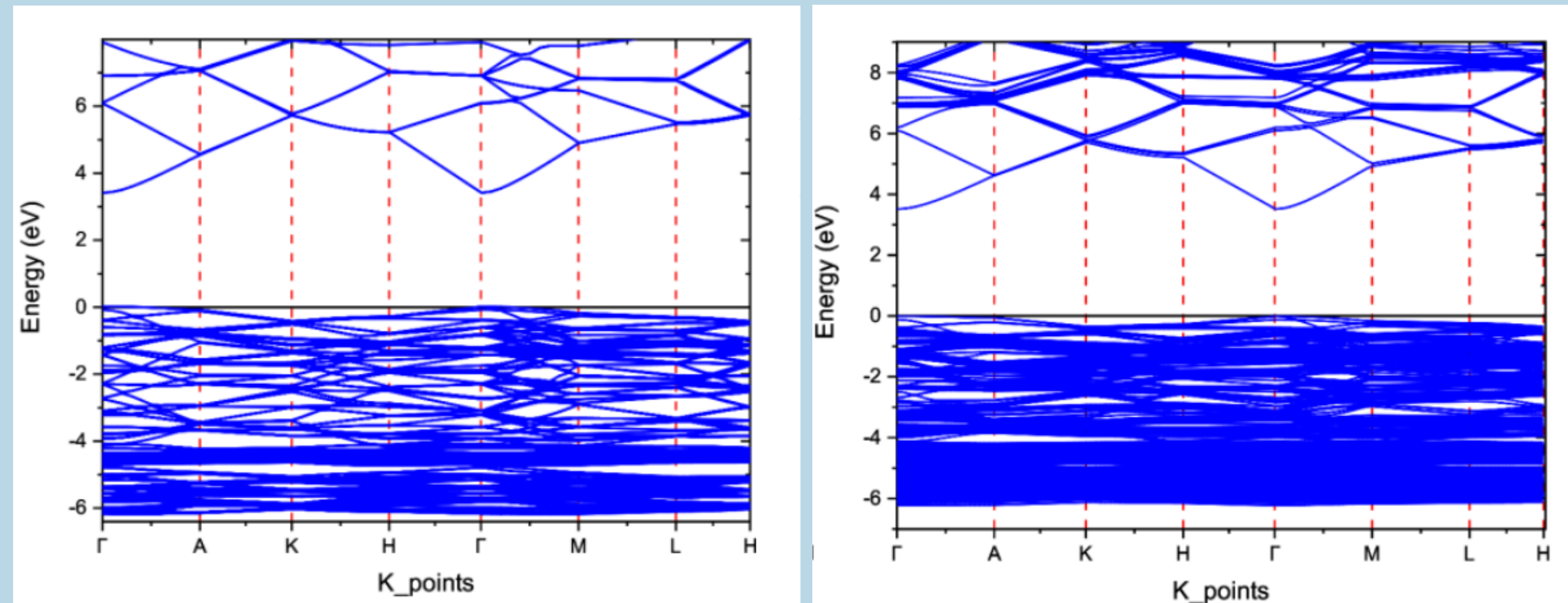
All calculations employed *norm-conserving pseudopotentials* and a mixed *Gaussian/plane-wave basis set* (400 Ry cutoff). The methodology was benchmarked against experimental ZnO bandgaps and Cu-doped system data.

Results

Geometry optimization reveals subtle modifications in interatomic distances following Cu doping of the ZnO supercell. Band structure calculations along high-symmetry *k*-paths indicate a reduction in the bandgap from **3.4 eV** (pristine ZnO) to **2.9 eV** (10% Cu-doped system), suggesting enhanced electronic tunability.



Left: Optimized ZnO supercell consisting of 60 atoms. **Right:** Corresponding supercell with 10% Cu doping (substitutional). Taking slices of the cumulative 3D charts shows us how the degree distribution changes. The log-log charts below show the progression of these changes as the aggregation window gets larger.



Left: Band structure of the pristine ZnO supercell. **Right:** Band structure of the Cu-doped ZnO supercell (10% substitutional doping). The dashed horizontal line indicates the Fermi level (E_F).

Next Steps

To further elucidate doping effects, we will compute:

- Projected Density of States (PDOS)** to identify orbital contributions near the Fermi level.
- Dielectric constant** for optoelectronic property assessment.
- Higher doping concentrations** (15%, 20% Cu) to systematically correlate Cu content with structural and electronic changes.

References

Ozgür, Ü., Avrutin, V., Morkoç, H. (2018). Zinc Oxide Materials and Devices Grown by Molecular Beam Epitaxy. *Elsevier*, 343–375. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812136-8.00016-5>

Tanji, K., et al. (2023). Experimental and theoretical investigation of enhancing the photocatalytic activity of Mg doped ZnO for nitrophenol degradation. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 136(2), 1125–1142.

TRICARBON MONOXIDE (C_3O) IN INTERSTELLAR CHEMISTRY: COLLISIONAL DYNAMICS WITH H_2

AUTHORS: AHMEDBOWBA SIDI¹, FEHMI KHADRI² AND KAMEL HAMMAMI²

Affiliations: ^{1,2}LSAMA/FST/University Tunis El Manar

INTRODUCTION

Tricarbon monoxide (C_3O) plays a pivotal role in interstellar chemistry, driving carbon–oxygen reaction networks in cold molecular clouds through ion–molecule processes. As the first oxygen-bearing carbon chain detected in space, its abundance provides critical constraints for astrochemical models. While spectroscopic studies have characterized its linear structure and vibrational modes, the underlying interaction potential governing its collisional dynamics remains poorly quantified.

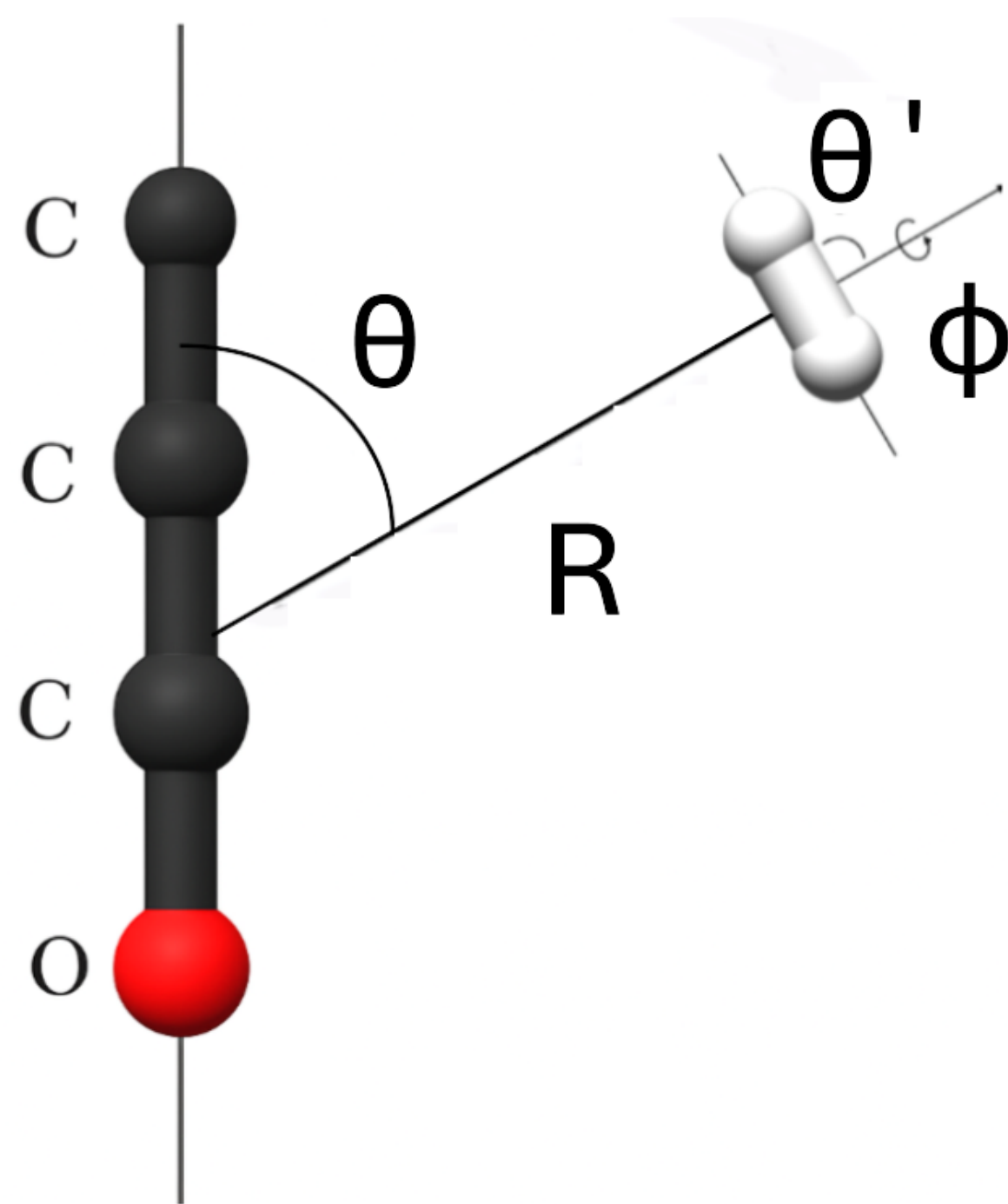


Figure 1: Internal Jacobi coordinates describing the C_3O-H_2 collision system.

COMPUTATIONAL METHODS

The interaction potential energy surface (PES) between C_3O and H_2 was computed using high-level ab initio electronic structure methods. We employed the explicitly correlated coupled-cluster method CCSD(T)-F12 with the AVTZ basis set to ensure accurate treatment of electron correlation. All calculations were performed using the MOLPRO 2024 software package.

To fully characterize the C_3O-H_2 interaction, we systematically evaluated its dependence on the H_2 orientation (θ' , ϕ) by sampling five high-symmetry configurations (a, b, c, d, e), as illustrated in the potential energy surface section. The average potential of these PESs, $V_{av}(R, \theta)$, was computed as:

$$V_{av}(R, \theta) = \frac{1}{7} \left[2(V(R, \theta, d) + V(R, \theta, e)) + (V(R, \theta, a) + V(R, \theta, b) + V(R, \theta, c)) \right], \quad (1)$$

This averaging procedure reduces the interaction to an effective rigid-rotor (C_3O) + sphere (H_2) potential dominated by the $l_2 = 0$ term, preserving accuracy while enhancing computational efficiency for subsequent quantum scattering calculations.

ONGOING RESEARCH

We are currently performing state-to-state inelastic scattering calculations using the MOLSCAT program to determine rotational cross sections for the C_3O-H_2 system. These computations leverage our previously developed ab initio potential energy surface, ensuring high fidelity in the resulting collision dynamics. The obtained data will serve as critical input for advanced astrophysical models, enhancing the accuracy of molecular line interpretations in interstellar environments.

COMPARISON OF C_3O PROPERTIES FOR COMPUTATIONAL METHODS

Software	Orca					Molpro				Theory
Method	CCSD(T)		DFT	F12		CCSD(T)		F12		CCSD(T)
Basis Set	avtz	avqz	CBS	B3LYP	avtz-F12	avtz	avqz	CBS	avtz-F12	avqz
Energy (u.a)	-189.09	-189.14	-189.17	-189.16	-189.07	-189.09	-189.14	-189.16	-189.09	-189.13
Time	4h	36h	42h	9m	2h	4h	21h	40h	3h	-
C1-C2 (Å)	1.280	1.276	1.274	1.278	1.274	1.280	1.276	1.274	1.276	1.272
C2-C3 (Å)	1.304	1.302	1.302	1.304	1.300	1.304	1.302	1.299	1.302	1.297
C3-O (Å)	1.155	1.151	1.149	1.153	1.149	1.155	1.151	1.150	1.150	1.148
RC ¹ (MHz)	4738	4762	4780	4743	4780	-	-	-	-	4794

POTENTIAL ENERGY SURFACES

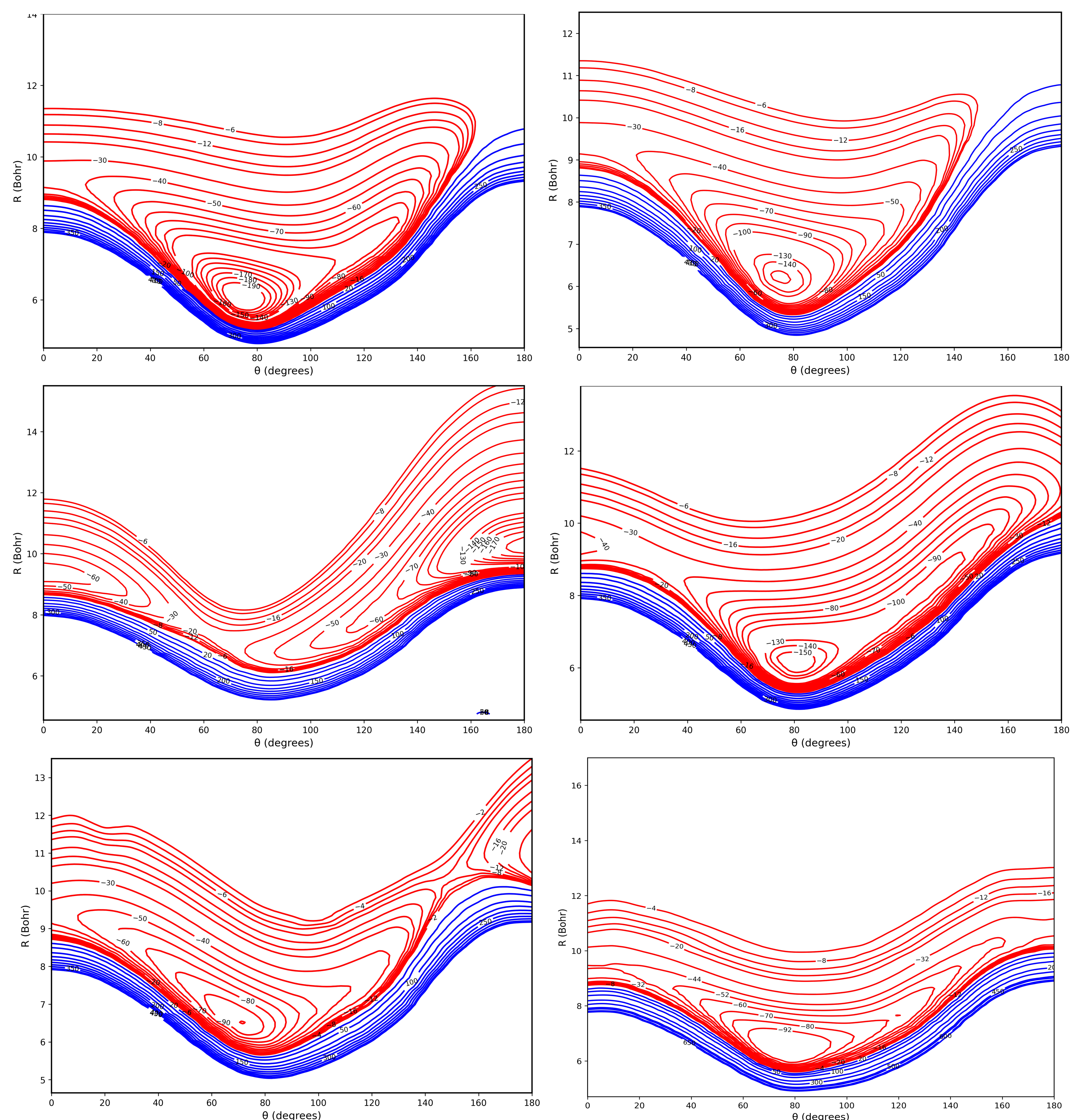


Figure 2: Two-dimensional potential energy surfaces for the C_3O-H_2 system depicting various angular configurations: (a) $\theta' = 0^\circ$, $\phi = 90^\circ$; (b) $\theta' = 90^\circ$, $\phi = 90^\circ$; (c) $\theta' = 0^\circ$, $\phi = 0^\circ$; (d) $\theta' = 45^\circ$, $\phi = 55^\circ$; (e) $\theta' = 45^\circ$, $\phi = 125^\circ$; with the final panel showing the averaged potential energy surface.

REFERENCES

References

- [1] Khadri, F., Hammami, K. (2019). Rotational (de)-excitation of linear C_3O by collision with He. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 21(8), 4606–4612. <https://doi.org/10.1039/C8CP07409G>
- [2] Matthews, H. E., Irvine, W. M., Friberg, P., Brown, R. D., & Godfrey, P. D. (1984). A new interstellar molecule: tricarbon monoxide. *Nature*, 310(5973), 125–126. <https://doi.org/10.1038/310125A0>
- [3] Loison, J.-C., Agúndez, M., Marcelino, N., et al. (2016). The chemistry of C_3O and C_4O in interstellar clouds. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 456(4), 4101–4110. <https://doi.org/10.1093/mnras/stv2933>

CONTACTS

- Email: ahmedbowba.sidi@etudiant-fst.utm.tn
- WhatsApp: +216 51770918





Structural and Optical Properties of pure ZnS and ZnS:Cr thin films prepared by RF-Sputtering

C. M. Samba Vall^{1,2}, M. Chaik¹, h, M. Aggour², A. Outzourhit¹

¹Laboratory of Nanomaterials for Energies and Environments, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech 40000, Morocco.

² Laboratory renewable energy and environment, Faculty of Science Kenitra, Ibn Tofail University, Morocco.

cheikhmohamed5@gmail.com

ABSTRACT

chrominated zinc sulfide ZnS:Cr thin films were deposited on glass substrates by radio frequency (RF) sputtering using a Zinc Sulfide (ZnS) targeting an (Ar) atmosphere with various deposition times varying from 90min to 180min. The RF-power was also fixed at 200 W. The ZnS:Cr films deposited showed a nearly stoichiometric composition with a preferred orientation along the (111) direction of the sphalerite cubic phase as revealed by the X-ray diffraction (XRD) analysis. The UV-visible-NIR measurements showed that the films have less than 40% transmission of visible wavelength (395-695 nm), while the optical band gap decreased slightly from 3.49 eV to 1.7 eV as the time of deposition is increased from 90 to 180 min at fixed RF- power and Argon pressure (10^{-2} mbar). Scanning electron microscopy observations exposed smooth surfaces type of films. FT-IR data exhibited that absorption peaks at wave number 2730.65 cm^{-1} for ZnS due to the stretching vibration of O-H. Also, $1200/\text{cm}$ and $565.02/\text{cm}$ corresponding to asymmetric and symmetric Zn-S stretching bond.

EXPERIMENTS METHODS

Experimental conditions: ZnS and ZnS:Cr bufer layer

Deposition technique(1) : RF-sputtering

Residual pressure : 10^{-6} mbar

Gas Bombardment : Ar($100\% = 10^{-2}$ mbar)

target : Zn S (purity 99,99%) and chromium Cr(99,99%) pieces had been placed, covered 40% of the ZnS disc surface.

Temperature : ambient

RF power : was fixed at 200 W

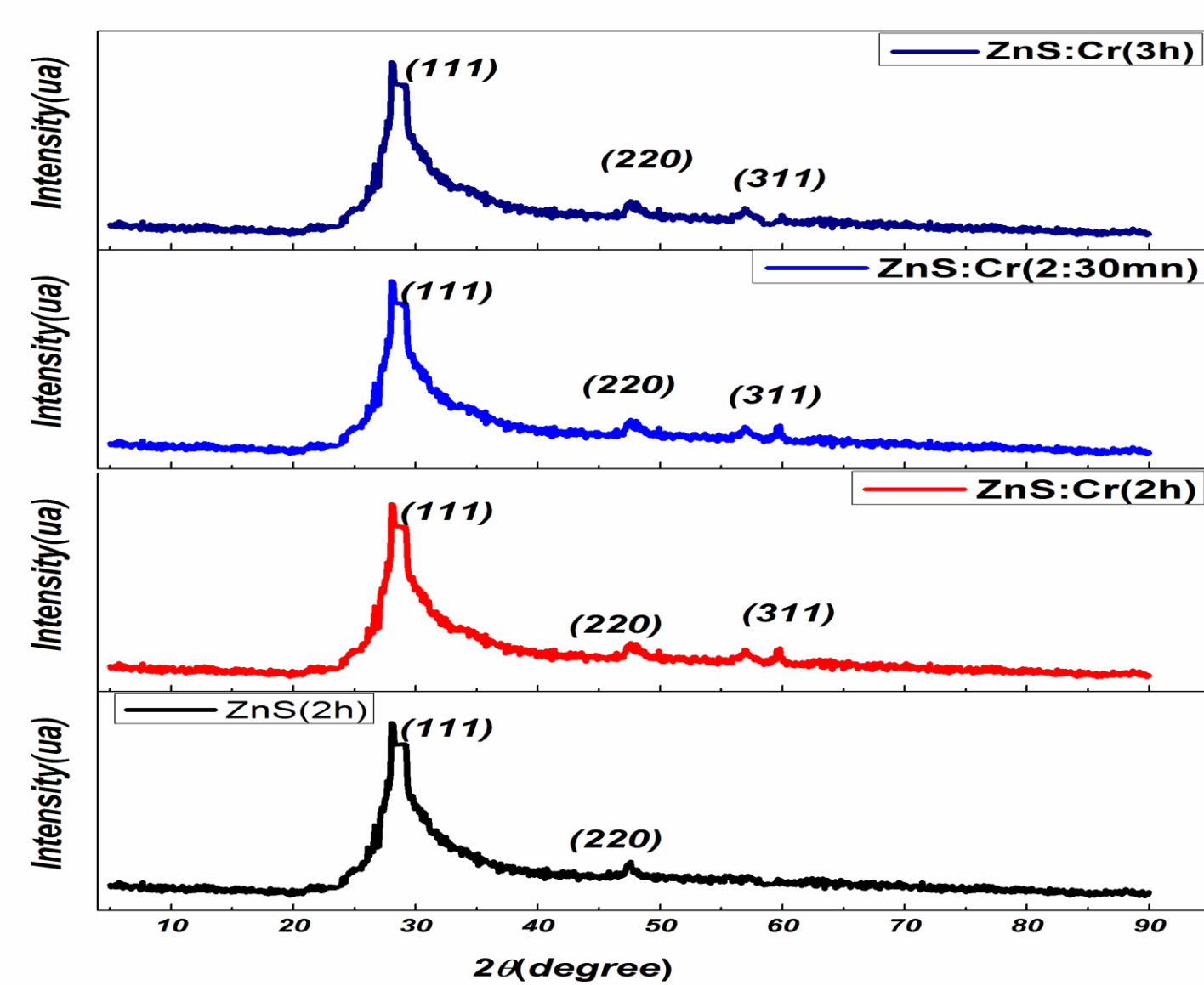
substrate : verre. Si

Deposition time : varied between 90min and 180min



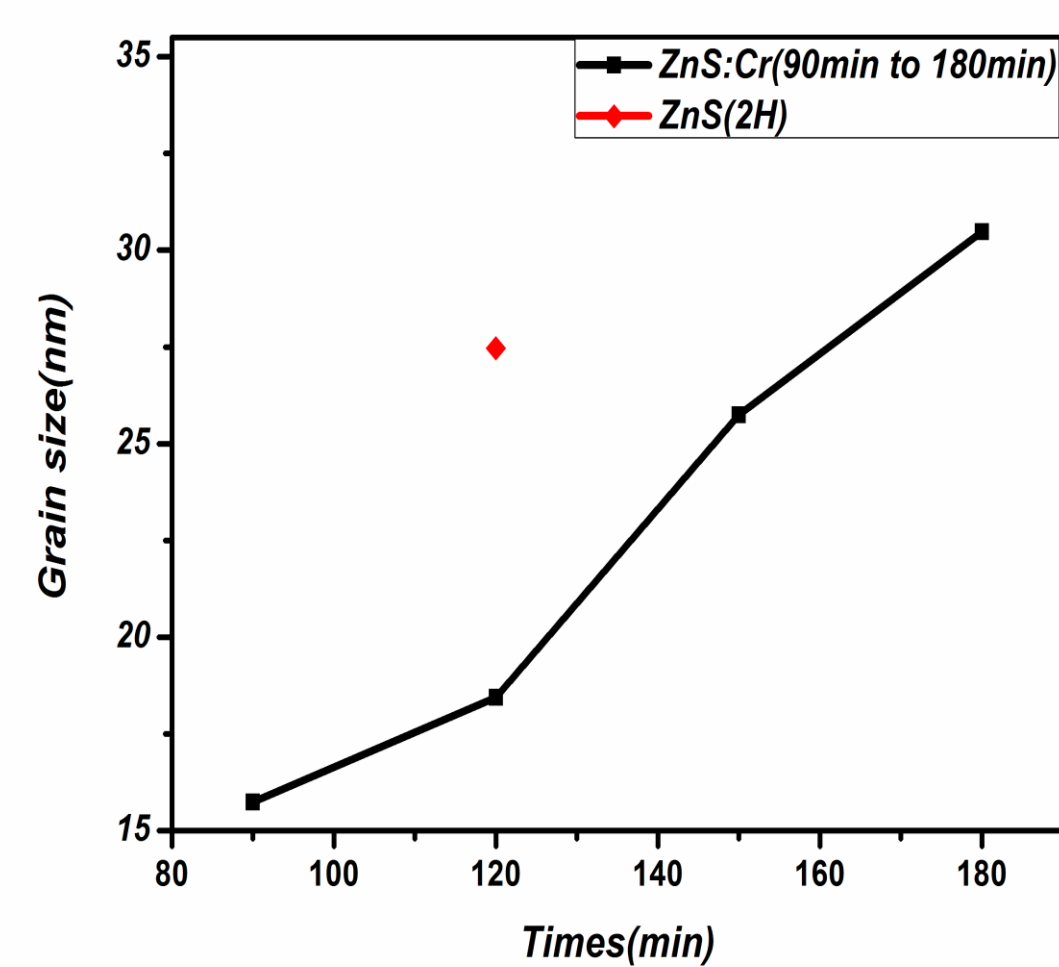
RESULTS

XRD diagram of ZnS and ZnS:Cr bufer layers deposited on glass substrates at different depositins times



➤ Re

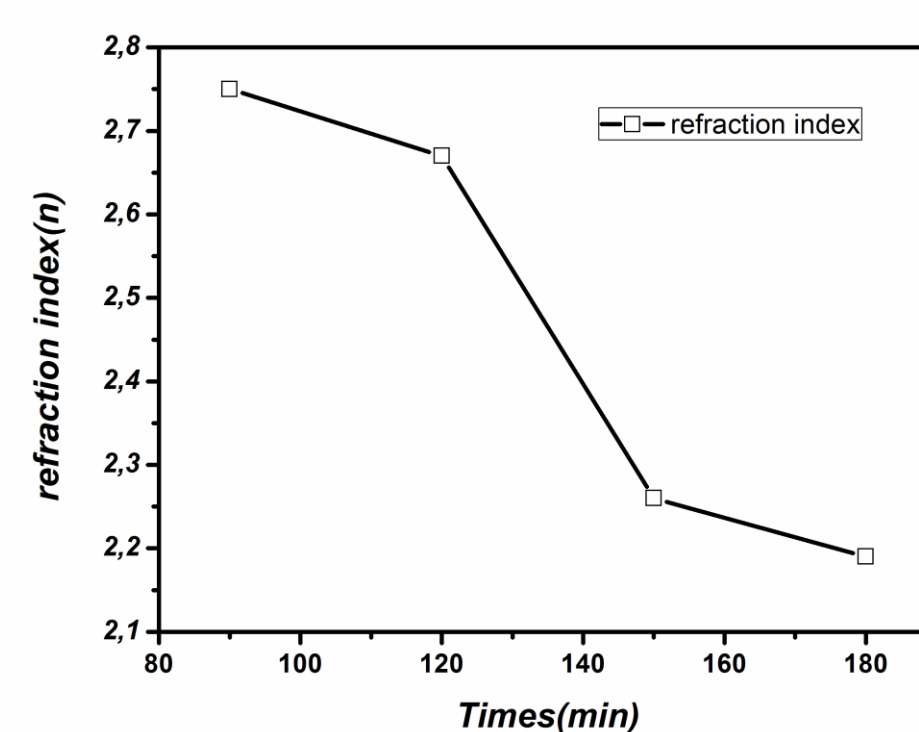
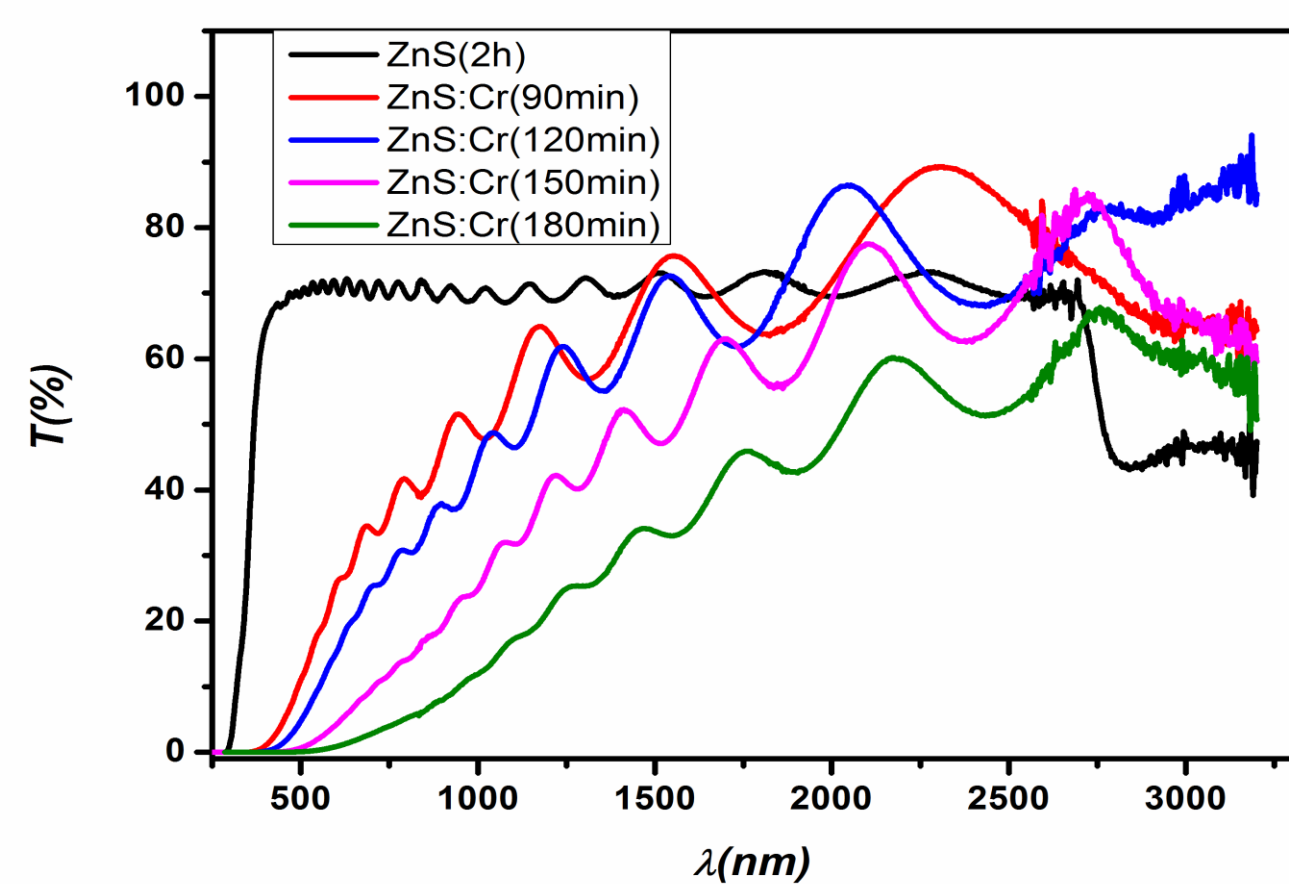
➤ Crystallite size $L = \frac{0.9 \cdot \lambda}{\Delta(2\theta) \cdot \cos(\theta')}$



$$M = \frac{2n_z}{T_m} = \frac{n_z^2 + 1}{2}$$

➤ Transmission

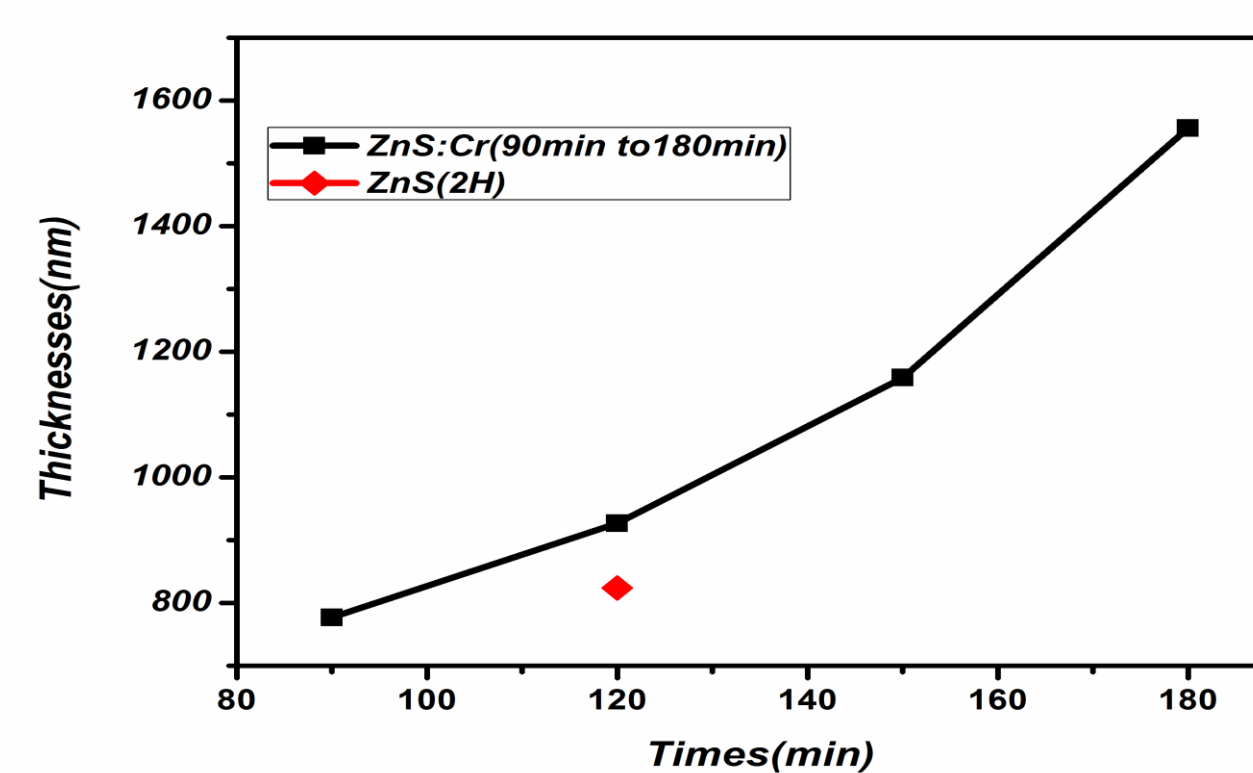
$$n = [M + (M^2 - n_z^2)^{1/2}]^{1/2}$$



❖ MEB and EDX

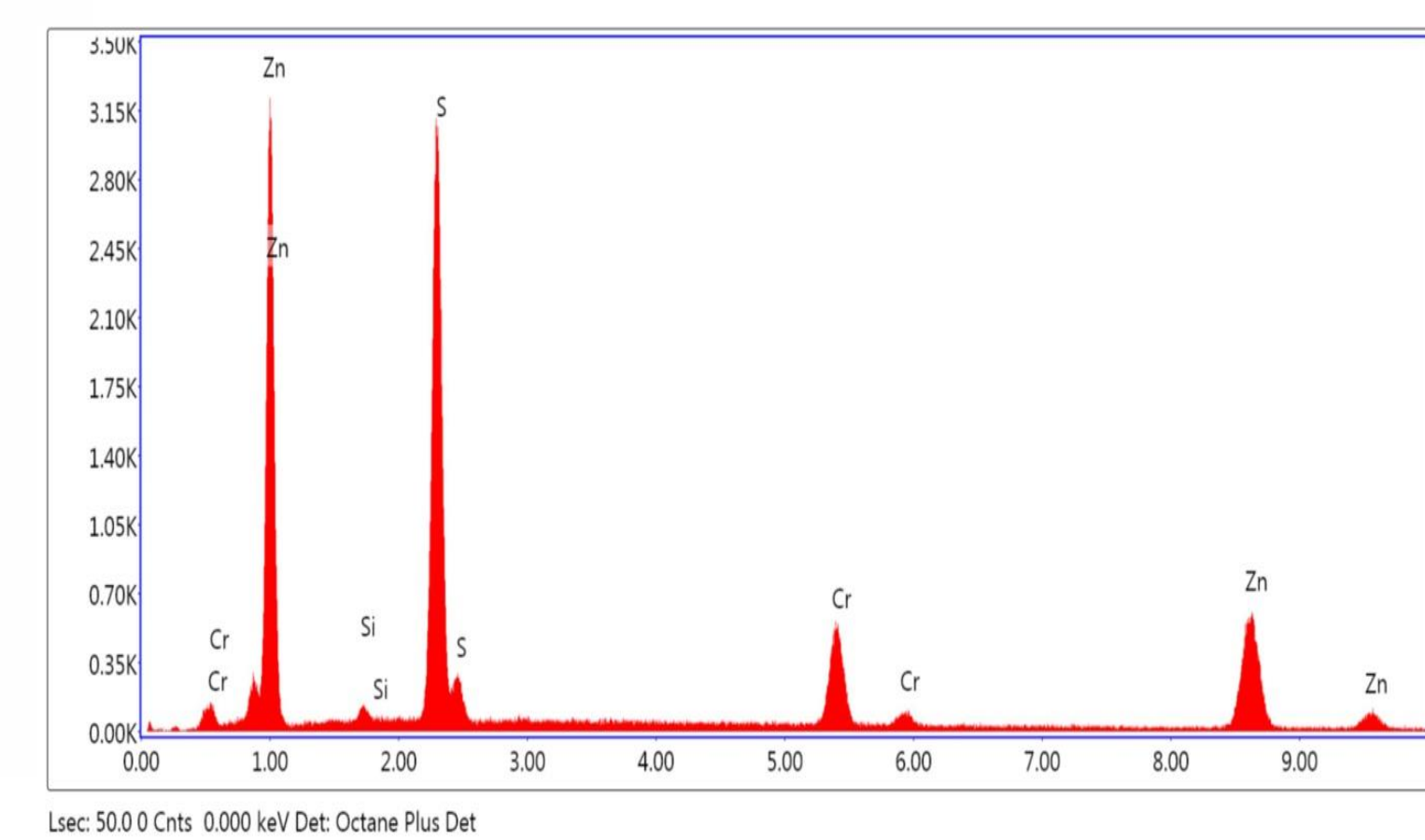
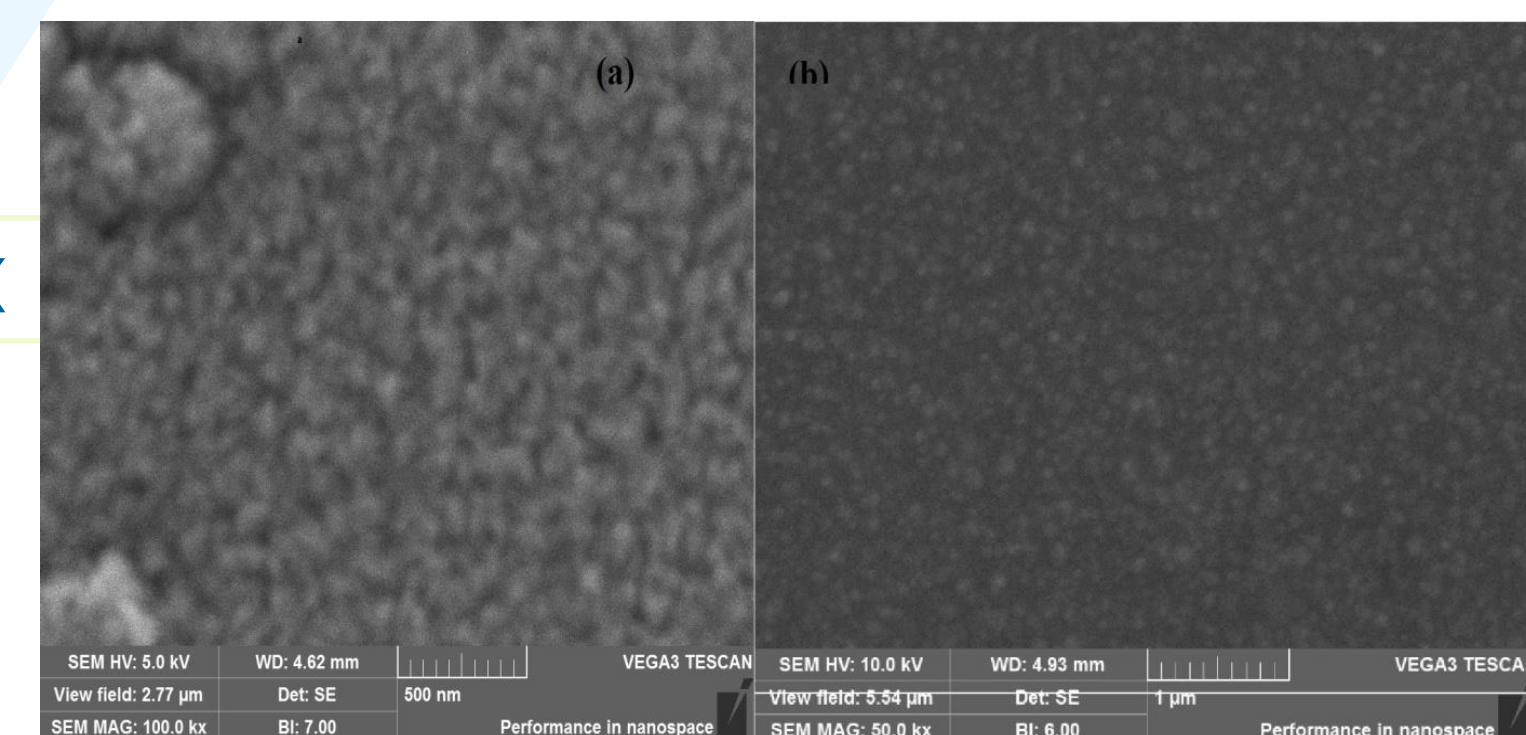
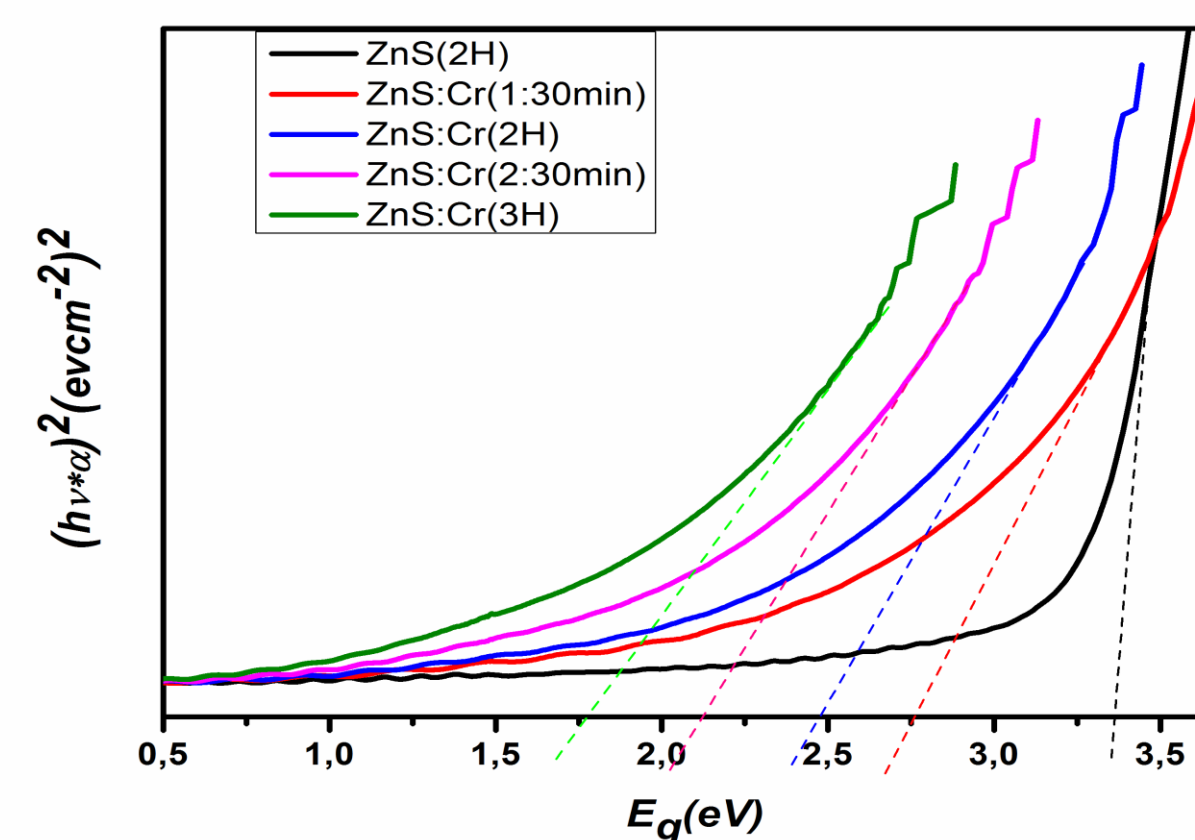
➤ Thickness

$$d = \lambda_1 \lambda_2 / 2(\lambda_1 n_2 - \lambda_2 n_1)$$

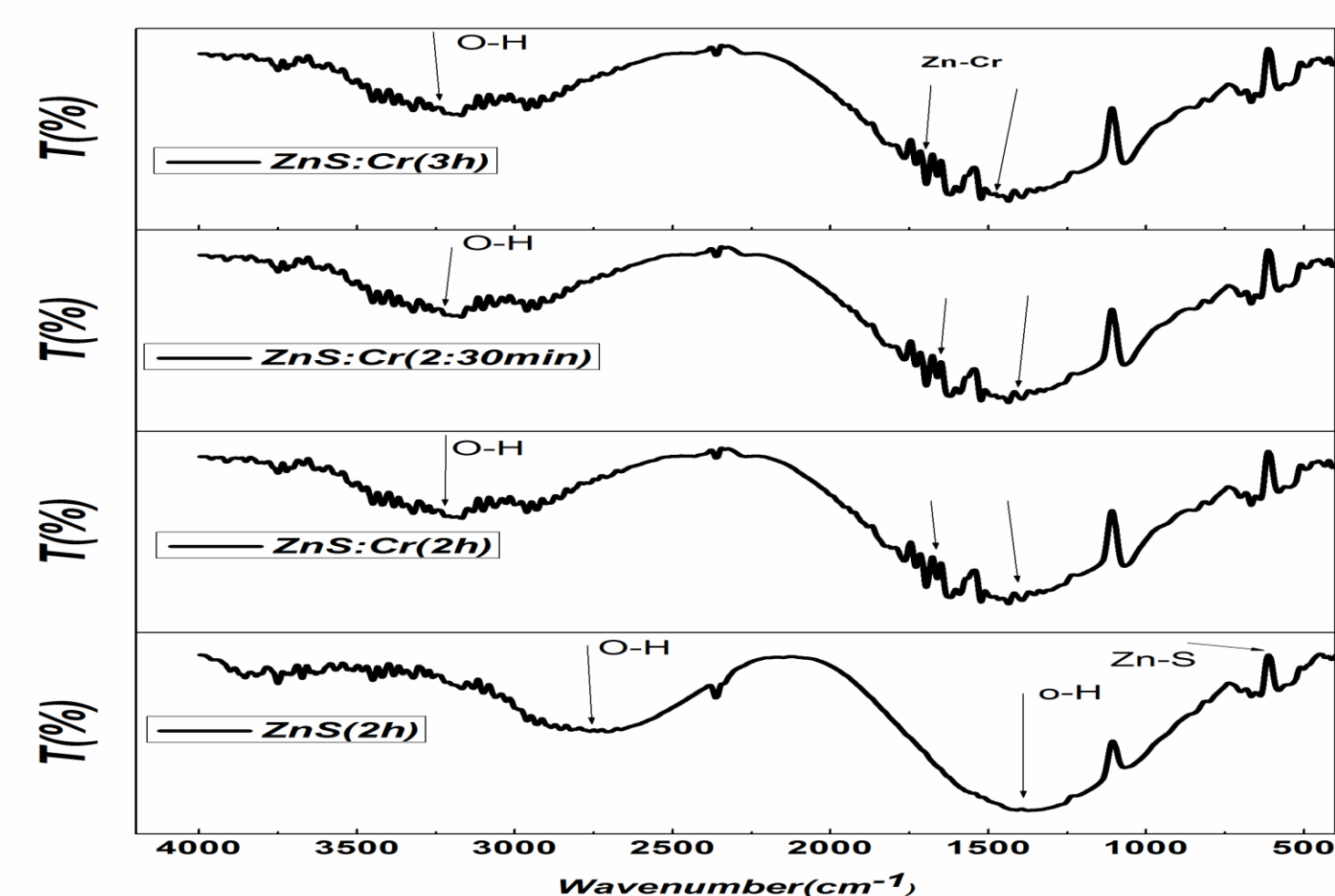


❖ Optical bandgap

$$(\alpha h\nu)^{1/n} = A (h\nu - E_g)$$



FT-IR



CONCLUSION

- The as-prepared ZnS:Cr films showed a preferred growth in the (111) of the cubic phase.
- the crystallinity of the ZnS:Cr thin films increases with the deposition times increases as revealed by the changes in the intensity and the FWHM of the (111) peak
- UV-vis-NIR spectro-photometric measurement showed that the films ZnS:Cr are less then transparent of ZnS in the wavelength range 390–1000 nm.
- The direct bandgap values have been calculated and they lie in the range 1,7.–2.75 eV for ZnS:Cr and 3,48eV for ZnS films,
- The MEB and EDX discovered that surface of our films is homogenous and has all the compositions chemicals of our material.

Correlating Structure and Electrical Behavior of Auto-Combustion Derived $\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ Nanoparticles

El Heda Issa

*Materials and Environmental Sciences Unit, Faculty of Science and Technology, University of Nouakchott

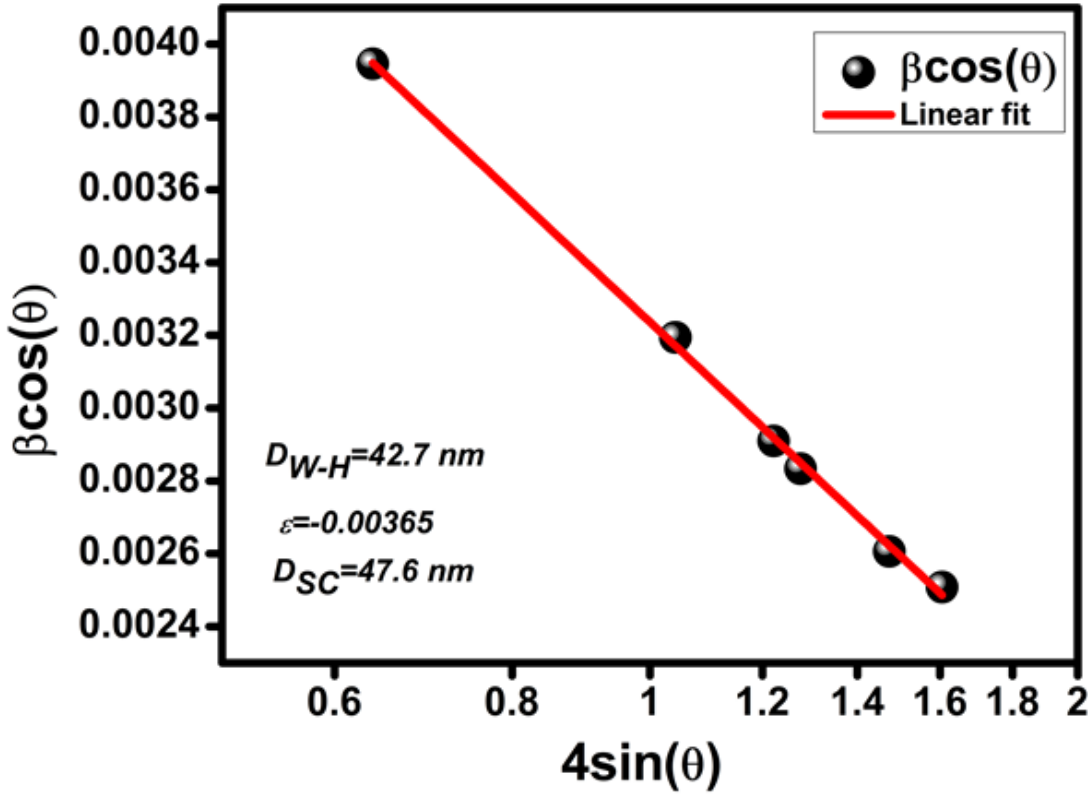
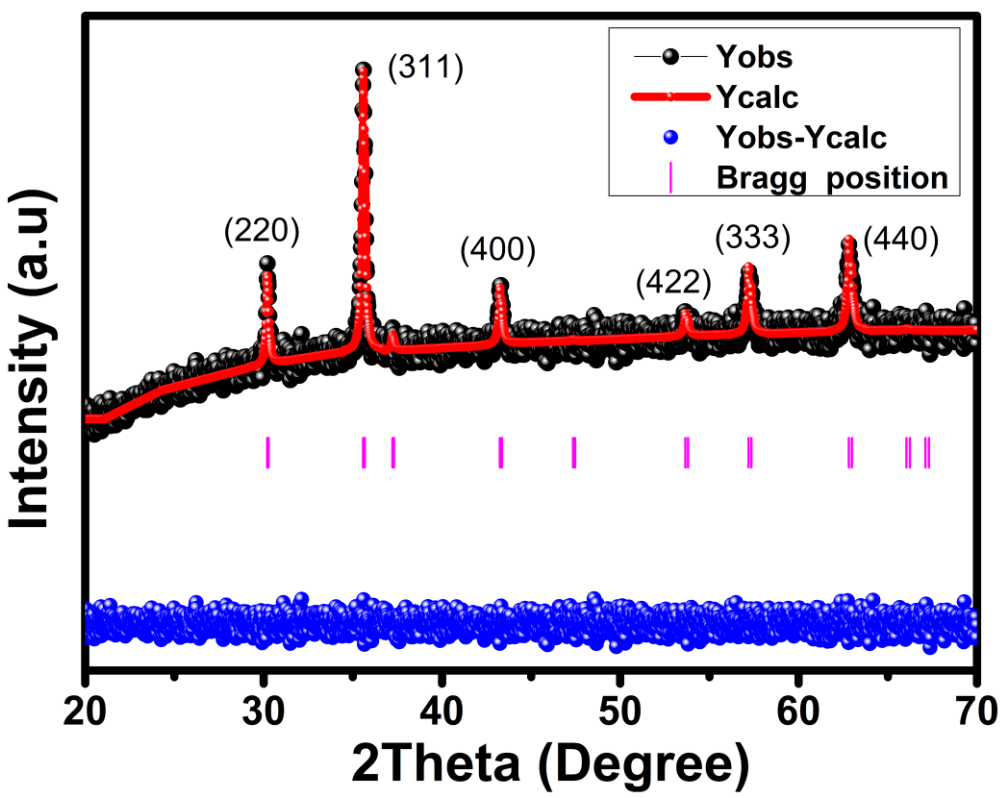
Abstract

Spinel nanoparticles $\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ was elaborated by the auto-combustion method using glycine as a fuel. X-ray diffraction have been employed to study the structure and morphology. Electrical analysis shows a semiconductor [300-520 K] - metallic [540-660 K] transition at a temperature of 540K. Correlated Barrier Hopping (CBH) and No Overlap Small Polaron Tunneling (NSPT) models dominate the conduction mechanisms in the compound. The activation energy of the conduction process was similar to that of the relaxation process, indicating the strong correlation between the conduction and relaxation mechanisms. Quantitative analysis of the dielectric constant suggests that the compound are good candidates for use in the electronic systems industry, LTCC devices and super capacitor applications.

Characterization methods

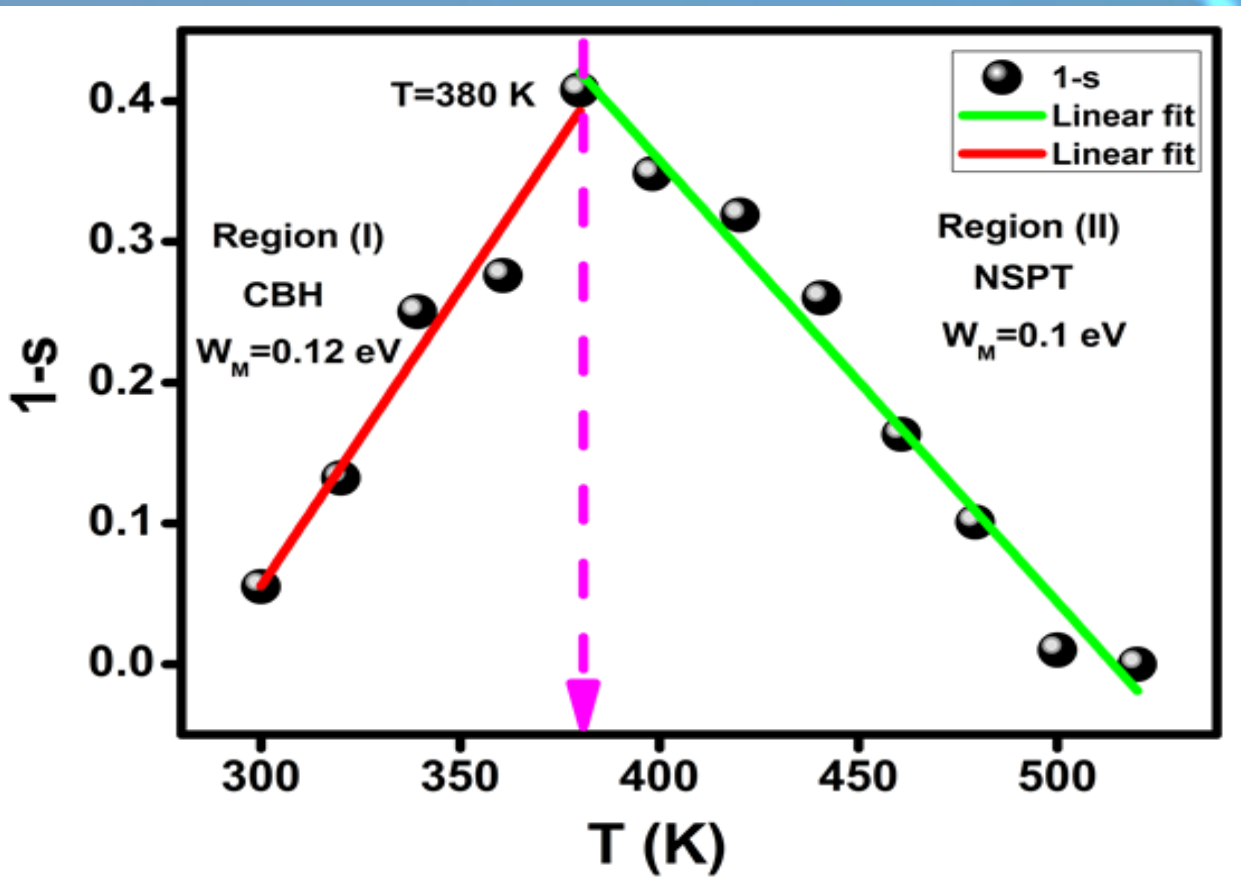
The X-ray diffractogram of the sample was recorded using an X-ray diffractometer (D8 Advance, Bruker), equipped with a $\text{CuK}\alpha$ radiation source ($\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$). The dielectric measurements were performed using an Agilent 4294 network analyzer, operating between 100 Hz and 1 MHz in a Cp-Rp configuration (capacitance in parallel with resistance) was used for these measurements.

X-ray diffraction

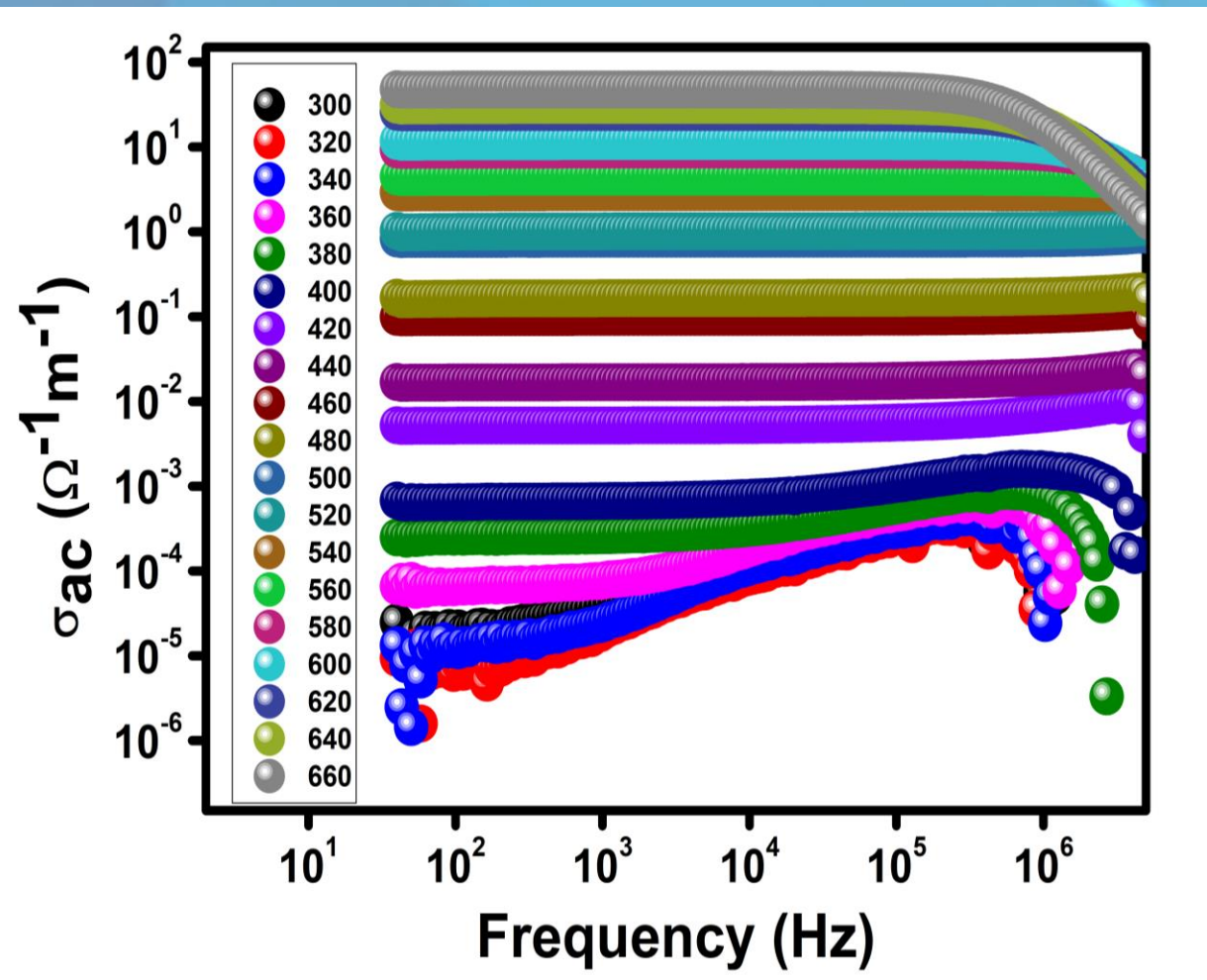


The identified Miller indices (hkl) (2 2 0) (3 1 1), (4 0 0), (4 2 2), (3 3 3) and (4 4 0) of the atomic planes confirm the formation of a single-phase cubic spinel structure with the space group Fd-3m for the compound according to (JCPDS Card No. 01-1121).

Parametr	Values
χ^2	1.96
Space group	Fd-3m
$a_{\text{exp}} (\text{\AA})$	8.362 ₇
Volume (\AA^3)	584.717 ₄
$\rho_{\text{th}} (g \text{ cm}^{-3})$	3,895 ₁
$\rho_{\text{exp}} (g \text{ cm}^{-3})$	5.297 ₂
P (%)	26,46
S ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$)	23597.37

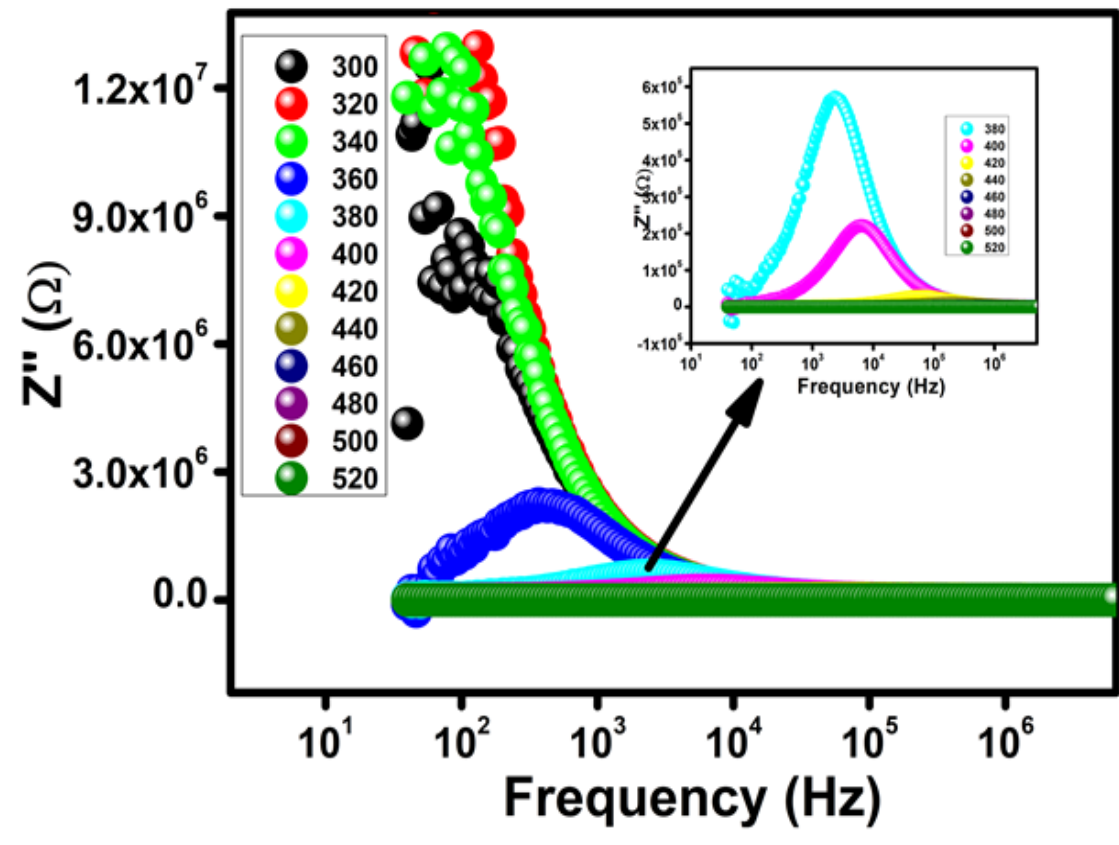
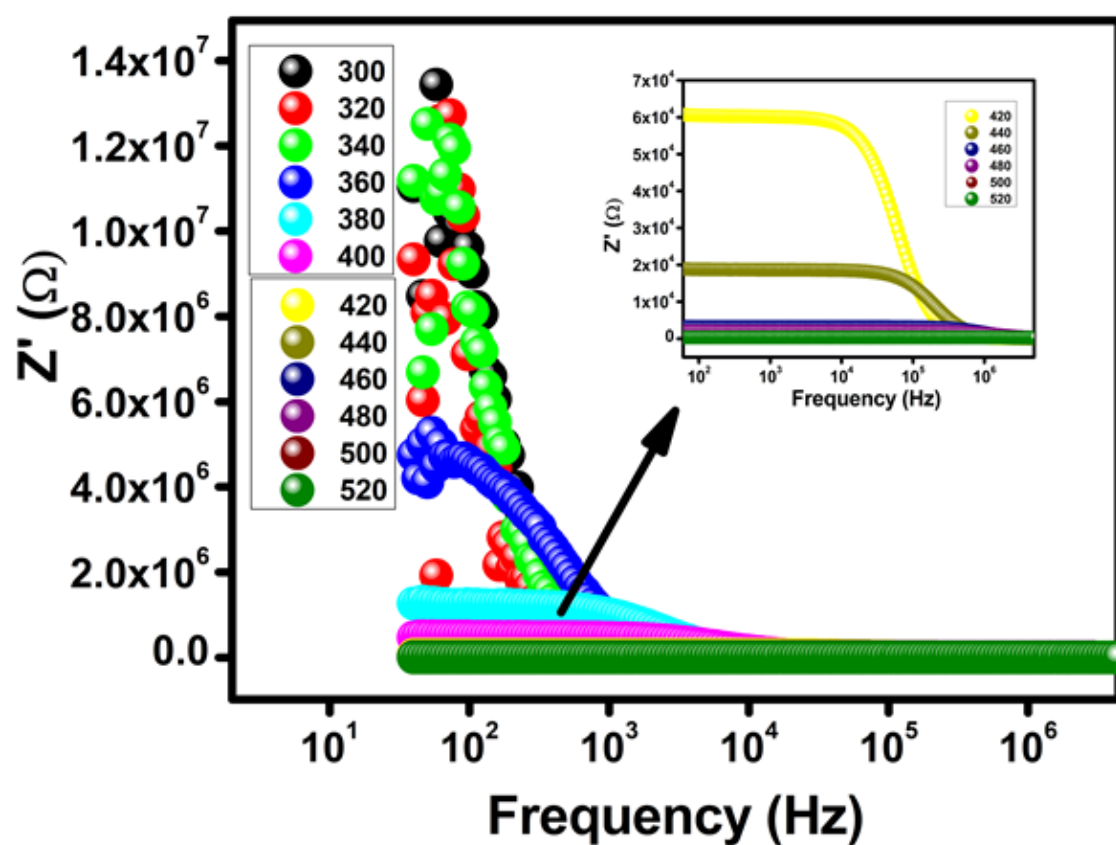


Conductivity analysis



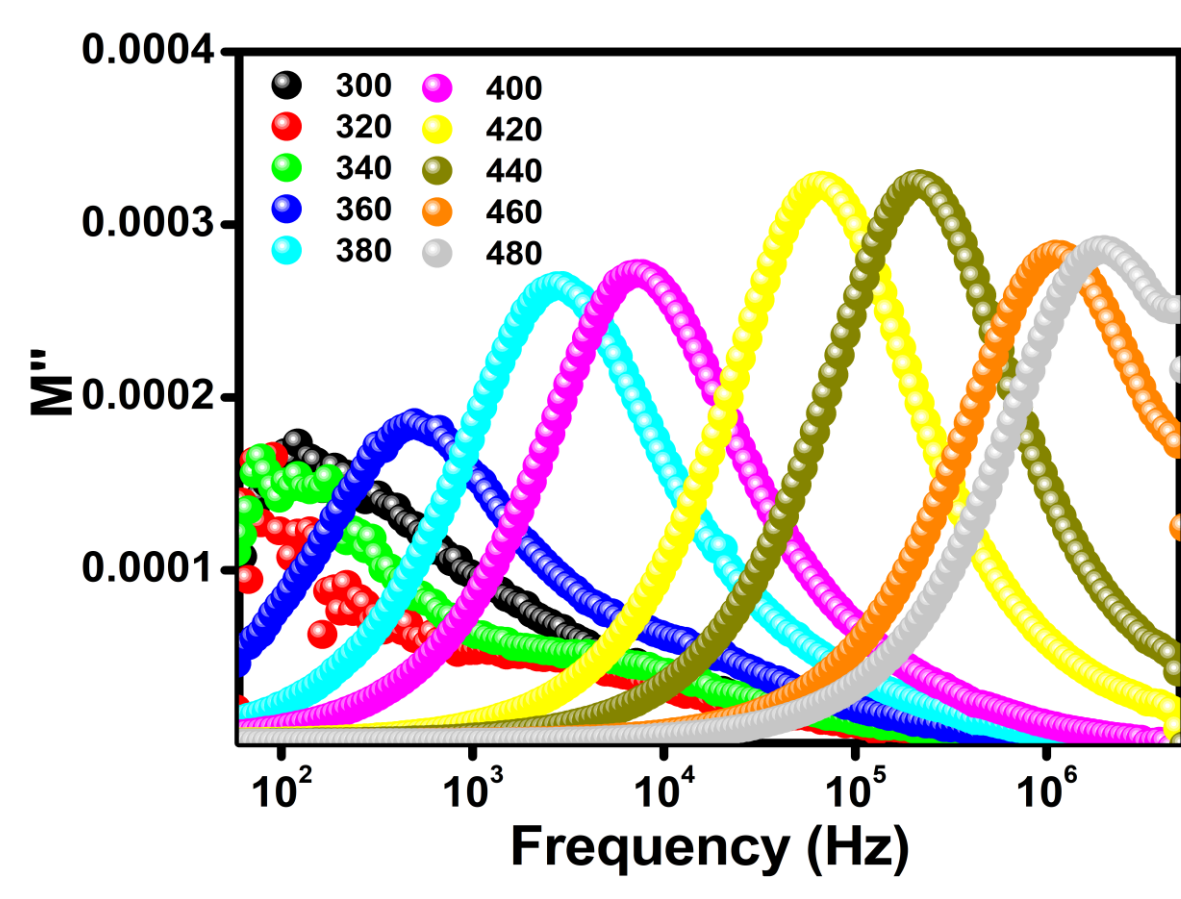
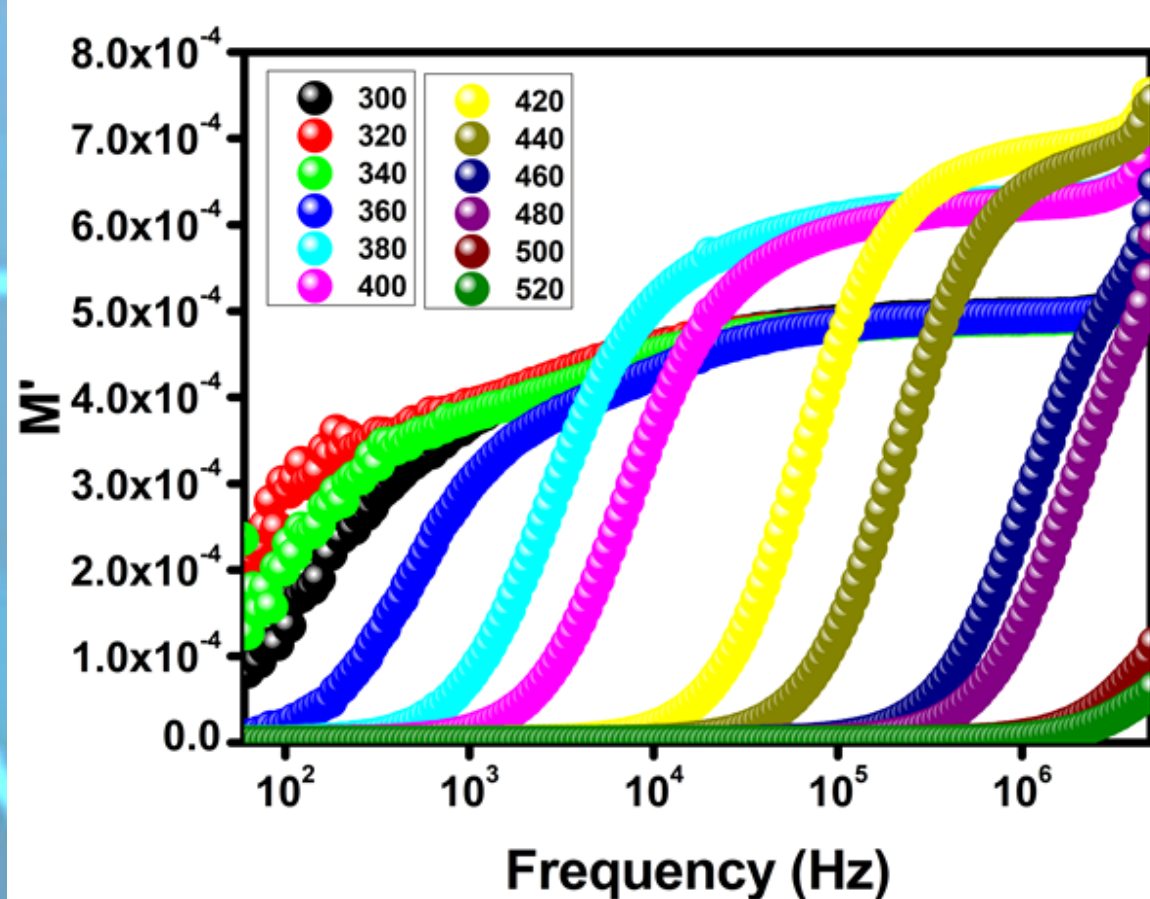
T(K)	behavior
300-520	Semiconductor
$\sigma_{ac}(\omega, T) = \sigma_{dc} + A\omega^s$	
T(K)	behavior
540-660	metallic
$\sigma_{ac}(\omega, T) = \frac{\sigma_{dc}}{(1 + (\omega\tau)^2)}$	

Impedance analysis



- The behavior of Z' can be explained by the release of space charges.
- The existence of a single peak of Z'' at a specific frequency for each temperature proof the existence of a single relaxation phenomenon

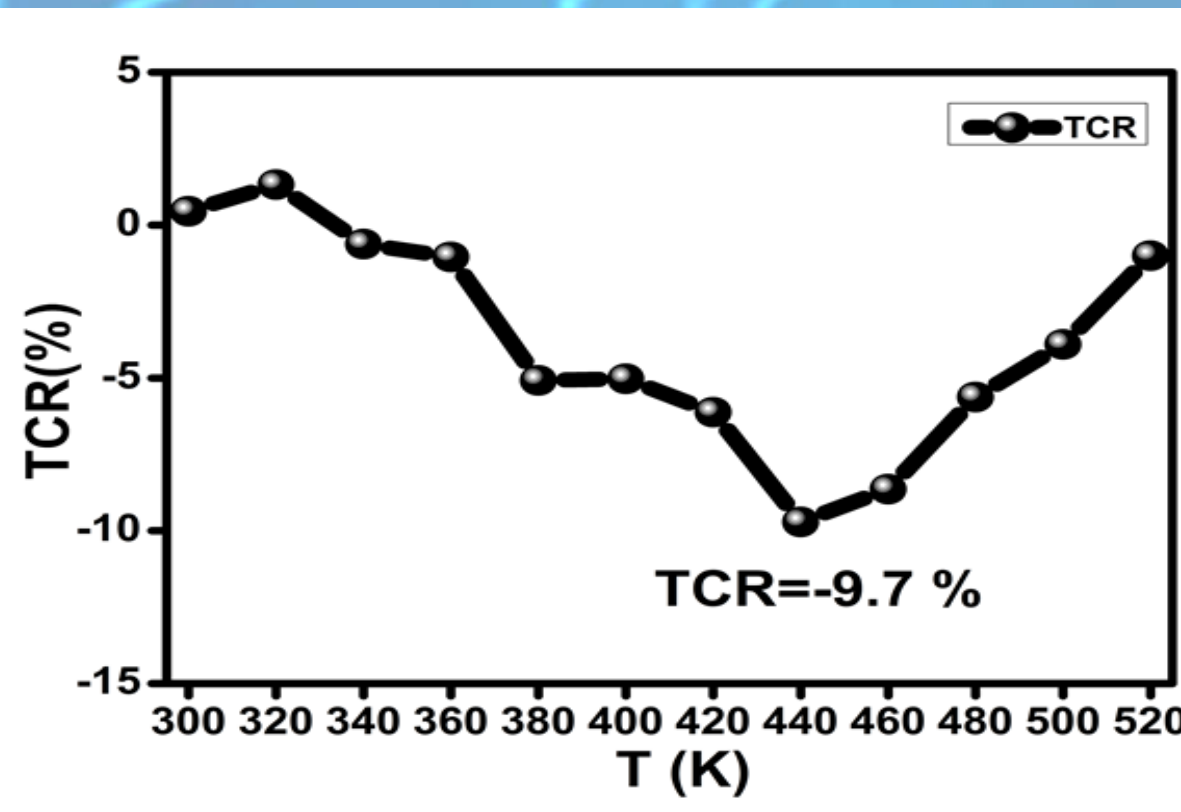
Modulus analysis



- At low frequencies the low value of M' indicates that the electronic polarization is negligible.
- The saturation of M' is a signature of a short-range conduction phenomenon.
- the peaks of M'' reflect a change in the dynamics of these charged species from long-range to short-range mobility.

E_a (eV)	Values
E_a^σ	0.432
$E_a^{Z''}$	0.442
$E_a^{M''}$	0.443

TCR



$$\text{TCR} (\%) = \frac{1}{\rho} \left[\frac{d\rho}{dT} \right] \times 100$$

Conclusion

- $\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ nanoparticles were developed by the self-combustion method.
- XRD confirms that these synthesized spinel ferrites crystallize in a face-centered cubic structure.
- . the electrical behavior shows a semiconductor-metal transition at 540 K. Below this temperature, two types of electrical transport by CBH and NSPT are present in the compound and the thermal variation of Temperature coefficient of resistance shows that this sample is a good candidate for the application of bolometers.

**SOCIÉTÉ MAURITANIE
DE PHYSIQUE**

1^{er} Congrès



**الجمعية الموريتانية
للفيزياء**
المؤتمر الدولي الأول

Comité Scientifique

Ahmed Meissa

Ahmedou Mohamed Mahmoud Cheikh

Ahmed Sidibba

Abdellahi Aboubecrine

Boudy Bilal

Brahim El Khalil Mohamed

Cheikh Sidi Ethmane Kane

Chighali Ehssein

Mohamed Abdellahi Lemine Kerim

Mohamed Ahmedou H'Meide

Lemrabott Habiboullah Elhavid

Menny Bah

Mohamed Vall Moulaye Abdella

Sareya Moustapha Ghreib

Sidi Mohamed Ahmed Ghaly

Teyeb Mohamed Mahmoud



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

**SOCIÉTÉ MAURITANIEENNE
DE PHYSIQUE**

1^{er} Congrès



**الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول**

Comité d'organisation

**Eya Mhamed
Ousmane Ly
Ahmed Sidabba
Mohamed Abdellahi Ami
Yacoub Diallo**

**Mohamed Ahmedou H'Meide
Hemedi Abdellahi Hemedi
Cheikh Mohamed Samba Vall
Abderahim Moujtaba
Issa Heda**

Mohamed El Mamy Mohamed Mahmoud



**كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES**

**SOCIÉTÉ MAURITANIEENNE
DE PHYSIQUE**

1^{er} Congrès



**الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول**

La Commission de Supervision

Dah Ahmedou Memoune

Rabia Yahya

Brahim El Khalil Mohamed Khalil



**كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES**

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE
DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء

المؤتمر الدولي الأول

Au revoir

إلى اللقاء



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES