

**RAPPORT SCIENTIFIQUE À MI-PARCOURS**

Période: du 16/08/2016 au 31/12/2017

A transmettre au BECO avant de 30 Mai 2017

**I. IDENTIFICATION DU PROJET**

<b>Intitulé du projet</b>	Systeme multi- sources de petite puissance pour l'alimentation d'un site isolé
<b>Établissement porteur</b>	Roumanie - Université "Vasile Alecsandri" de Bacau
<b>Pays de l'établissement porteur</b>	ROUMANIE
<b>Coordinateur du projet</b>	Prof. Petru Livinti

**II. DURÉE DU PROJET**

<b>Date de début prévue</b>	2016
<b>Date de début effective</b>	16/08/2016
<b>Date de fin prévue</b>	31/12/2017

**III. ÉTABLISSEMENTS PARTENAIRES ET AUTRES INSTITUTIONS ASSOCIÉES AU PROJET**

1	<b>Université technique de Moldova, Moldavie</b>
2	<b>Université d'Artois, France</b>
3	

*Inscrire la liste des partenaires du projet et présenter le cadre général de collaboration depuis le démarrage du projet.*

*Présenter et expliquer les éventuels changements dans la composition du consortium du projet des équipes-projet dans les établissements partenaires.*

Le projet de recherche: « Système multi- sources de petite puissance pour l'alimentation d'un site isolé » est en concordance avec les directives européennes de développement dans le domaine énergétique c'est-à-dire le développement de nouvelles technologies, adaptées aux conditions régionales; sources autonomes et hybride de l'électricité renouvelable pour les régions isolées.

L'équipe de projet est compose des partenaires de trois universités :

Nom de l'établissement 1

Roumanie - Université "Vasile Alecsandri" de Bacau

Professeur LIVINTI Petru

Etudiant en master: ADAM Tudor

Nom de l'établissement 2  
Moldova - Université technique de Moldova

Maitres des conférences NUCA Ilie  
Etudiante au doctorat : CAZAC Vadim

Nom de l'établissement 3  
France - Université d'Artois

Professeur ROMARY Raphael  
Maitres des conférences : PUSCA Remus

## IV. ÉTAT D'AVANCEMENT DU PROJET

### 1. Résumé du projet

Le programme de recherche: « **Système multi- sources de petite puissance pour l'alimentation d'un site isole** » propose dans ce projet est en concordance avec les directives européennes de développement dans le domaine énergétique c'est-à-dire le développement de nouvelles technologies, adaptées aux conditions régionales; sources autonomes et hybride de l'électricité renouvelable pour les régions isolées.

L'objectif du projet est l'étude de la connexion a un mini réseau électrique alimentant un site isole de deux sources de production d'énergie électrique renouvelables (éolienne et photovoltaïque) et de définir les règles de fonctionnement permettant une meilleure continuité d'alimentation et une meilleure fiabilité de l'ensemble du système.

La difficulté du projet consiste dans une connexion simultanée ou séparée a un mini-réseau de deux sources d'énergie renouvelables avec des caractéristiques différentes {puissance, fréquence et tension variable pour le générateur asynchrone et tension continue, puissance pour le système photovoltaïque). Le système multi-sources sera prévu comme une alternative d'alimentation pour des utilisateurs isolés: fermes d'agriculture, feux de navigation, châteaux de montagne, maisons, petits hôtels ou comme source supplémentaire de sécurité pour une période moyenne pour des sites stratégiques.

Les défis techniques du projet sont :

- la modélisation du système de production de l'énergie électrique et des algorithmes de contrôle ;
- le diagnostic en cas de default du générateur ;
- détermination d'une stratégie de fonctionnement pour éviter la démagnétisation du générateur en cas de variation de la charge ou de la puissance du vent;
- élaboration des algorithmes de contrôle de type MPPT pour le système photovoltaïque
- élaboration des algorithmes de contrôle et pour la connexion des sources d'énergie électrique au mini-réseau.

Ce projet contribuera à l'augmentation de la quantité d'électricité d'un système multi-sources de faible puissance (3KW) utilise pour l'alimentation d'un site isole.

### 2. Rappel des objectifs fixés au démarrage du projet

**Les objectifs du projet de recherche sont les suivants:**

- 1) La modélisation et la simulation du système hybride de production de l'énergie électrique et des algorithmes de contrôle.
- 2) La détermination des défauts des générateurs asynchrones triphasés dans la structure d'une centrale éolienne par des méthodes de diagnostic non invasives.
- 3) L'étude des phénomènes de démagnétisation des générateurs asynchrones triphasés de la structure des centrales éoliennes et la détermination des méthodes pour la rétablir en cas d'un fonctionnement de générateur découplé du réseau électrique.
- 4) L'élaboration des algorithmes de contrôle de type MPPT pour le système photovoltaïque.
- 5) L'élaboration des algorithmes de contrôle concernant la connexion des sources d'énergie électrique au même réseau.

6) La réalisation d'un banc d'essai pour mesurer les paramètres de fonctionnement du système multi-source et pour la mise en œuvre et la validation des algorithmes de contrôle.

7) L'analyse et le traitement des résultats expérimentaux. Stratégie pour l'amélioration du système global.

Le degré de nouveauté du projet consiste dans : développement de nouvelles méthodes de diagnostic non invasive des générateurs asynchrones triphasé, l'élaboration d'une nouvelle méthode de magnétisation des générateurs asynchrone triphasé dans le cas de démagnétisation après une période d'interruption de fonctionnement ou variation inadapté de charge, l'implémentation et la validation des algorithmes de commande pour la connexion des multi-sources d'électricité au consommateur. Pour la réalisation des objectifs sont nécessaires la connaissance du domaine des machines électriques, l'énergie renouvelable, l'automatisation industrielle et de la programmation.

Le plan de travail pour la réalisation de ce projet sera structuré comme suit:

Nr. crt.	La dénomination d'objectif	La période de réalisation	
		L'année	Les mois
1	Modélisation et simulation d'un système hybride de production de l'énergie électrique et des algorithmes de contrôle.	2016	Août- Décembre
2	Détermination des défauts des générateurs asynchrones triphasés dans la structure d'une centrale éolienne par les méthodes de diagnostic non invasives.		
3	Étude des phénomènes de démagnétisation des générateurs asynchrones triphasés de la structure des centrales éoliennes et la détermination d'une méthode pour la rétablir en cas d'un fonctionnement du générateur découplé du réseau électrique.	2017	Janvier- Juin
4	L'élaboration des algorithmes de contrôle de type MPPT du système photovoltaïques.		
5	L'élaboration des algorithmes de contrôle concernant la connexion des sources d'énergie électrique au même réseau.		
6	La mise en place d'un banc d'essai pour mesurer les paramètres de fonctionnement du système multi-source et pour la validation des algorithmes de contrôle.		Juillet-Décembre
7	L'analyse et le traitement des résultats expérimentaux. La détermination de la stratégie pour continuer les recherches.		

### 3. Avancées par rapport aux objectifs fixés, retombées sur les établissements partenaires et dans la région d'Europe centrale et orientale

Pour l'objectif 1 nous avons réalisé les activités :

Pendant la mission de recherche effectuée de monsieur professeur Livinti Petru à l'Université Artois de France dans la période 26 novembre – 4 décembre 2016 ont été élaborés : le modèle in MATLAB-Simulink pour une centrale éolienne de petite puissance réalisée avec génératrice asynchrone triphasé ; un algorithme de conception de régulateur flou-logique pour le contrôle de vitesse d'un servomoteur de courant continu avec aimant permanents; un algorithme MPPT de commande d'un système photovoltaïque autonome.

Pendant le stage de recherche effectuée de monsieur étudiant Adam Tudor à l'Université Artois de France dans la période 3 novembre – 19 décembre 2016 a été élaboré des modèles mathématiques des générateurs électriques utilisés dans une centrale éolienne dans l'environnement de programmation MATLAB-Simulink.

Pour l'objectif 2 nous avons réalisé les activités :

Pendant le stage de recherche effectuée de monsieur étudiant Cazac Vadim à l'Université « Vasile Alecsandri » de Bacau dans la période 1 février – 28 février 2017 ont été élaborés (Annexa I) : les algorithmes d'optimisation de la commande de convertisseurs pour suivi de point MPP ; la

modélisation du système de control avec MPPT avec la mise en œuvre d'algorithme P&O on le régulateur fuzzy ; la modélisation du système de control avec MPPT avec la mise en œuvre d'algorithme du conductance incrémentale on le régulateur fuzzy ; Pendant la mission de recherche effectuée de monsieur maître de conférences Pusca Remus à l'Université « Vasile Alecsandri » de Bacau dans la période 8 Janvier – 12 Janvier 2017 ont été réalisés (Annexa II) : l'analyse sur le type des défauts à intégrer dans le diagnostic de la génératrice ; le choix sur les méthodes de diagnostic et signatures ; le choix sur le banc de teste ; le choix sur la position et le type de capteurs.

#### **4. Aspects particuliers dans le déroulement du projet (difficultés rencontrées, modifications majeures effectuées, changements souhaités)**

Dans l'équipe du projet de l'Université « Vasile Alecsandri » de Bacau a été effectué le changement suivant: L'étudiant Tamas Adrian a été remplacé par étudiant au master Adam Tudor. Ce changement a été effectué par le document additionnel n° 1 du 24/10/2016 signé entre l'Université « Vasile Alecsandri » de Bacau et de l'Institut de Physique Atomique de Bucarest. Après la signature du document additionnel l'étudiant Adam Tudor a effectué le stage de recherche à l'Université d'Artois pendant la période 3 novembre – 19 décembre 2016.

Dans l'équipe du projet de l'Université Technique de Moldavie de la République Moldavie a été effectué le changement suivant: L'étudiant au doctorat Turcanu Adrian a été remplacé par l'étudiant au doctorat Cazac Vadim. Ce changement a été fait avec le consentement des partenaires et avec la décision n° 1573 du 15/12/2016 signé de Monsieur Recteur de l'Université Technique de Moldavie.

Le stage de recherche à l'Université «Vasile Alecsandri» de Bacau a été réalisée par l'étudiant Cazac Vadim dans le mois Février 2017.

La mission de recherche de monsieur maître de conférences Pusca Remus programme dans le mois Novembre 2016 a été effectuée dans le mois Janvier 2017 parce que dans le mois Novembre 2016 le monsieur maître de conférences Pusca Remus a été chargé avec les tâches de service de l'Université Artois.

#### **6. Conclusions**

Les objectifs du projet pour la première phase ont été les suivants: 1) la modélisation et la simulation d'un système hybride de production de l'énergie électrique et des algorithmes de contrôle ; 2) la détermination des défauts des générateurs asynchrones triphasés dans la structure d'une centrale éolienne par les méthodes de diagnostic non invasives.

Les activités de recherche pour l'objectif 1 ont été réalisées de l'équipe du projet de l'Université « Vasile Alecsandri » de Bacau. Les activités de recherche pour l'objectif 2 ont été réalisées des équipes de projet de l'Université de Béthune Artois et de l'Université Technique de Moldavie de Chisinau.

Les activités de recherche réalisées dans la première étape sont:

- a) l'élaboration du modèle in MATLAB Simulink pour une centrale éolienne de petite puissance réalisée avec un générateur asynchrone triphasé à cage d'écurieil.
- b) l'élaboration du modèle mathématique d'un générateur asynchrone triphasé à cage d'écurieil utilisé dans la construction d'une centrale éolienne
- c) l'élaboration d'un algorithme de synthèse du régulateur avec logique floue pour la régulation de la vitesse d'un servomoteur de cc. avec aimant permanent
- d) le développement des algorithmes de contrôle de type MPPT pour les systèmes photovoltaïques autonomes.
- e) l'élaboration des algorithmes d'optimisation de la commande de convertisseurs pour suivi de point MPP.
- f) la modélisation du système de control avec MPPT avec la mise en œuvre d'algorithme P&O on le régulateur fuzzy.
- g) la modélisation du système de control avec MPPT avec la mise en œuvre d'algorithme de la conductance incrémentale on le régulateur fuzzy.
- h) l'analyse sur le type des défauts à intégrer dans le diagnostic de la génératrice ;
- i) le choix sur les méthodes de diagnostic.
- j) le choix sur le banc de teste ;
- k) le choix sur la position et le type de capteurs.

Dans la première étape du travail a été publié l'article « *FUZZY LOGIC SYSTEM FOR CONTROLLING THE SPEED OF A D.C. SERVOMOTOR WITH PERMANENT MAGNETS* » dans le volume de la conférence internationale "4th MacroTrend Conference on Technology and Innovation" organisée à Paris du 20 -21 Décembre 2016, Annexa V.

## V. EXÉCUTION BUDGÉTAIRE

PRÉVU	RÉALISÉ
9300 €	1323,66 €

### Explication des écarts importants, le cas échéant :

L'étudiant Cazac Vadim de l'Université Technique de Moldavie de Chisinau a effectué un stage de recherche d'un mois à l'Université « Vasile Alecsandri » de Bacau en place d'un stage de recherche de deux mois.

## VI. LIVRABLES ET PUBLICATIONS/ BREVETS PREVUS

*Présenter le taux de réalisation des livrables indiqués dans la proposition de projet.*

**- nombre d'articles publiés = 1**

« *FUZZY LOGIC SYSTEM FOR CONTROLLING THE SPEED OF A D.C. SERVOMOTOR WITH PERMANENT MAGNETS* » dans le volume de la conférence internationale "4th MacroTrend Conference on Technology and Innovation" organisée à Paris du 20 -21 Décembre 2016, Annexa V. Le taux de publication d'article a été de 350 EUR et a été financé d'IFA Bucarest.

<b>Nom et prénom du coordinateur du projet</b>	<b>Date et signature</b>
<b>LIVINTI Petru</b>	<b>24/05/2017</b>

## VII. ANNEXES

### PRÉCISIONS COMPLÉMENTAIRES

Le présent rapport fera l'objet d'une évaluation par la Commission régionale d'experts de la Direction Europe centrale et orientale de l'AUF qui émettra un avis sur la poursuite du financement.

Le rapport doit porter sur l'ensemble des activités du projet tel qu'inscrites dans l'annexe « Budget détaillé du projet » du dossier du projet, depuis la date de démarrage jusqu'au 30/05/2017.

Le rapport doit être transmis en format éditable (.doc, .pdf) afin de faciliter l'exploitation de l'information et sera accompagné par une liste d'annexes. Les annexes seront transmises, de préférence, en format .pdf.

#### La liste d'annexes :

- Annexe I : Le rapport scientifique d'étudiant au doctorat Cazac Vadim
- Annexe II : Le rapport scientifique de maitres de conférences Pusca Remus
- Annexe III : Le document additionnel n° 1 du 24/10/2016 signé entre l'Université « Vasile Alecsandri » de Bacau et de l'Institut de Physique Atomique de Bucarest
- Annexe IV : La décision n° 1573 du 15/12/2016 signé de Monsieur Recteur de l'Université Technique de Moldavie
- Annexe V : L'article « *FUZZY LOGIC SYSTEM FOR CONTROLLING THE SPEED OF A D.C. SERVOMOTOR WITH PERMANENT MAGNETS* »