

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ferhat Abbas-Sétif 1

Institut d'optique et de mécanique de précision

Département de mécanique de précision

Domaine : Science et technologie

Filière : optique et mécanique de précision

Spécialité : Mécanique fine

Mémoire de master

Amélioration du rendement d'un étage d'une turbine axial à l'aide des algorithmes évolutionnaires

Présenté par : Makhloufi Mohamed

Encadrante : Dr. Benmahdi Dalila

Devant le jury :

Pr. F. Djeddou

Pr. A. Hamouda

Dr. H. Selmani

Dr. Alia

Présenté le : 14/09/2022

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Sommaire.....	i
Liste des figures.....	iv
Introduction générale.....	1

Chapitre I. Généralité sur les turbines à gaz

I.1. Introduction.....	2
I.2. Définition de la turbine à gaz	2
I.3. Développement historique de la turbine à gaz	2
I.3.1. Conversion d'énergie dans la turbine à gaz.....	3
I.4. Classification des turbines à gaz	4
I.4.1. Selon le mode de construction.....	4
I.4.2. Selon le mode de fonctionnement thermodynamique	5
I.4.3. Selon le mode de travail	6
I.5. Principe de fonctionnement de la turbine à gaz	7
I.6. Les sections principales	8
I.6.1. Section du compresseur.....	8
I.6.2. Section de combustion.....	9
I.6.3. Section de turbine	9
I.7. Auxiliaires de la turbine	10
I.8. Avantages et inconvénients des turbines à gaz	10
I.9. Calcule Thermodynamique	11
I.9.1 Cycle théorique	11
I.9.2. Calcul des différents travaux... ..	12
I.9.3. Notion de variable d'arrêt absolue	13
I.10. Conclusion	15

Chapitre II. Théorie d'optimisation par les métaheuristiques

II.1. Introduction	16
II.2. Description de l'algorithme à évolution différentielle (AED).....	16
II.3. Les Etapes de l'AED	17
II.3.1. L'initialisation	17
II.3.2. Mutation	18
II.3.3. Le croisement	19
II.3.4. La sélection	19
II.3.5. Critères d'arrêt	20
II.4. Optimisation globale avec contraintes	21
II.5. L'algorithme génétique (AG).....	22
II.6. Les Opérateurs génétiques	22
II.6.1 Opérateur de Sélection	23
II.6.2 Opérateur de croisement	23
II.6.3 Opérateur de mutation.....	23
II.7. Conclusion	23

Chapitre III. Optimisation par l'AED et l'AG sous MATLAB

III.1. Introduction.....	24
III.2. Fonction objectif.....	24
III.3. Programme principale	27
III.3.1 Initialisation de la population	29
III.3.2 Mutation.....	30
III.3.3 Croisement.....	31
III.3.4 Sélection	33
III.4. Présentation des résultats et discussions.....	34
III.4.1 Optimisation de rendement	34
III.4.2 Influence de nombre de génération	35
III.5. Programme principale de l'algorithme génétique	36
III.6 Résultat de la fonction objectif en fonctions des générations par l'algorithme.....	37
génétiq	
III.7 Comparaison du rendement avec les deux méthodes AED et AG	38

III.8 Conclusion.....	38
Conclusion générale	39
Annexe	40
Références	43
Résumé	45
Abstract	45
ملخص	45

LISTE DES FIGURES

Chapitre I. Généralité sur les turbines à gaz

Fig. I.1	Les étapes de la conversion de l'énergie.....	3
Fig. I.2	Classification des turbines à gaz	4
Fig. I.3	Schéma d'une turbine à gaz mono-arbre.....	4
Fig. I.4	Schéma d'une turbine à gaz bi-arbre.....	5
Fig. I.5	représentation du cycle fermé	5
Fig. I.6	représentation du cycle ouvert	5
Fig. I.7	Schéma d'une turbine à gaz avec régénération.....	6
Fig. I.8	Schéma d'une turbine à action et à réaction.....	7
Fig. I.9	Les variations de pression et de température dans Les différentes sections de la turbine	8
Fig. I.10	Schéma représente la position chambre de combustion dans un turbine à gaz	9
Fig. I.11	Cycles de turbine à gaz	11
Fig. I.12	Diagramme des vitesses	12
Fig. I.13	Diagramme T-S du cycle de la turbine de détente	15

Chapitre II. Théorie d'optimisation par les métaheuristiques

Fig. II.1	La mutation différentielle	19
Fig. II.2	Schéma synoptique de l'algorithme à ED.....	21

Chapitre III. Optimisation par l'AED et l'AG sous MATLAB

Fig. III.1	Organigramme du programme principal.....	28
Fig. III.2	Organigramme de création de la population initiale.....	30
Fig. III.3	Organigramme de mutation.....	31
Fig. III.4	Organigramme de croisement	32
Fig. III.5	Organigramme de sélection	33
Fig. III.6	Evolution de la fonction objective en fonction des générations...	34

Fig. III.7	Convergence de la fonction objective en fonction de générations.....	35
Fig. III.8	Organigramme du programme principal.....	36
Fig. III.9	Evolution de la fonction objective en fonction des générations.....	37
Fig. III.10	Variation de la Température T_1	40
Fig. III.11	Variation de la pression p_1	40
Fig. III.12	Variation Rapport de pression P_r	40
Fig. III.13	Variation de la température à la Turbine T_3	40
Fig. III.14	Variation de Débit massique d'air	41
Fig. III.15	Variation de Débit massique de carburant	41
Fig. III.16	Variation de Débit massique de vapeur	41
Fig. III.17	Variation de Enthalpie ST avant d'entrer dans la pompe	41
Fig. III.18	Variation de Enthalpie ST après le pompe	41
Fig. III.19	Variation de Enthalpie ST après la Chaudière en fonction de générations...	41
Fig. III.20	Variation de Enthalpie ST après la Turbine	42
Fig. III.21	Variation de la Température d'entrée T_5	42
Fig. III.22	Variation de la Pression chaudière P_5	42
Fig. III.23	Variation de la Capacité calorifique spécifique de l'air	42
Fig. III.24	Variation de Rapport de chaleur spécifique γ	42
Fig. III.25	Variation de la Condenseur Pression	42

Introduction général :

Une turbine à gaz (TAG) est un moteur à combustion interne qui utilise l'énergie gazeuse de l'air pour convertir l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique. L'ensemble du processus de production d'énergie se déroule grâce à une turbine et avec une compression de l'air ambiant. Le cycle thermodynamique de la turbine à gaz repose sur le cycle de Joule, qui comprend quatre étapes de fonctionnement : une compression adiabatique, un chauffage isobare, une détente adiabatique et un refroidissement isobare.

Grâce à l'amélioration de la technologie de construction de ces machines, la production industrielle a connu un développement considérable. Ce progrès a fait évoluer leurs performances et améliorer ainsi leurs rendements de manière considérable.

Au cours des dernières décennies, de nombreuses avancées ont été réalisées dans le développement des turbines à gaz. Ces améliorations, principalement dues à l'avènement de technologies avancées qui augmentent le rendement pour augmenter la puissance fournie par la turbine à gaz, au lieu de le perdre à l'intérieur de la machine.

En effet, l'objectif principal de ce mémoire est d'améliorer le rendement d'un étage d'une turbine axiale. En outre, Le code de calcul Matlab sera utilisé dans notre étude pour développer correctement toutes les variables de conception.

À ce propos, le manuscrit est constitué de trois chapitres, précédés d'une introduction générale en plus d'une conclusion générale.

Le premier chapitre, présente une synthèse générale sur les turbines à gaz et explique leurs principes de fonctionnement, leurs classifications, et aussi mentionne quelques calculs thermodynamiques. Ensuite, le second chapitre est intitulé théorie d'optimisation par les métaheuristiques. Il présente une description générale de l'algorithme à évolution différentielle et l'algorithme génétique, et leurs différentes étapes.

Dans le troisième et le dernier chapitre, nous présentons les résultats obtenus sous forme de courbes, et nous discuterons ces résultats.

Résumé

La turbine à gaz est une machine motrice à combustion interne. Elle est utilisée pour l'entraînement des alternateurs, pour la génération d'électricité, des pompes et des compresseurs et pour le transport des fluides ou la propulsion dans l'aviation, la marine, etc...

L'objectif de ce travail est d'améliorer le rendement d'un étage de turbine axiale. L'élaboration d'un code de calcul, nous permet d'optimiser le dimensionnement de cet étage, la présente étude porte sur l'optimisation aérothermodynamique de la turbine axiale. Le rendement isentropique de la turbine est choisi comme fonction objectif.

Les résultats révèlent que, les algorithmes d'évolutions différentielles et les algorithmes génétiques, ont été appliqués pour la maximisation du rendement de l'étage. Ils ont montré que le meilleur rendement est obtenu en utilisant l'algorithme d'évolution différentielle.

Mots clés : Turbine à gaz, optimisation, algorithmes d'évolutions différentielles, algorithme génétique.

Abstract

The gas turbine is an internal combustion engine. It is used for the drive of alternators, for the generation of electricity, pumps and compressors and for the transport of fluids or propulsion in aviation, the navy, etc.

The objective of this work is to improve the performance of an axial turbine stage. The development of a computer code, allows us to optimize the dimensioning of this stage, the present study relates to the aerothermodynamic optimization of the axial turbine. The isentropic efficiency of the turbine is chosen as the objective function.

The results reveal that differential evolution algorithms and genetic algorithms have been applied for the maximization of the performance of the stage. They showed that the best performance is obtained using the differential evolution algorithm.

Key words: gas turbine, optimization, differential evolution algorithms, genetic algorithm.

ملخص

التوربينات الغازية هي محرك احتراق داخلي. يتم استخدامه لقيادة المولدات وتوليد الكهرباء والمضخات والضواغط ونقل السوائل أو الدفع في الطيران والبحرية وما إلى ذلك. الهدف من هذا العمل هو تحسين أداء مرحلة التوربينات المحورية. يتيح لنا تطوير رمز الكمبيوتر تحسين أبعاد هذه المرحلة، وتتعلق الدراسة الحالية بتحسين الديناميكا الهوائية للتوربينات المحورية. يتم اختيار الكفاءة المتوازنة للتوربين كوظيفة موضوعية. كشفت النتائج أنه تم تطبيق خوارزميات التطور التفاضلي والخوارزميات الجينية لتعظيم أداء الأرضية. أظهروا أن أفضل أداء يتم الحصول عليه باستخدام خوارزمية التطور التفاضلي.

الكلمات المفتاحية: التوربينات الغازية، التحسين، خوارزميات التطور التفاضلي، الخوارزمية الجينية.