<u>ANNONCE</u> de SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT-ENPC

La soutenance de thèse de doctorat de Mme **Benayad Khadidja** du département d'Electronique, Electrotechnique et automatique.

Filière: **Automatique**, Spécialité: **Automatique et Systèmes**,

Sur le thème: **Wide-area measurements-based FACTS controllers for interconnected power systems oscillations damping**.

aura lieu

Lundi 10 juin 2024 à 17h

à la salle de conférences du 1er étage.

Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom	**Grade**	**Etablissement**	**Qualité**
Mr. BELARBI Khaled	Prof	ENP. Malek Benabi Constantine	Président
Mr. ZABAIOU Tarik	MCA	ENP. Malek Benabi Constantine	Rapporteur
Mr. BOUAFASSA Amar	MCA	ENP. Malek Benabi Constantine	Co-Rapporteur
Mr. MEGRI Abderrahim Fayçal	MCA	ENP. Malek Benabi Constantine	Examinateur
Mr. KHEMLICHE Mabrouk	Prof	Université Sétif 1	Examinateur
Mr. CHAIBA Azeddine	Prof	Université Khenchela	Examinateur

Toute personne intéressée est cordialement invitée.

Soutenance de thèse de doctorat de Mme Benayad Khadidja
Le 10/06/2024

THEME: **Wide-area measurements-based FACTS controllers for interconnected power systems oscillations damping**.
Spécialité: **Automatique et Systèmes**,
Filière: **Automatique**
Département : **Electronique, Electrotechnique et Automatique**

RESUME

Dans les dernières années, l'augmentation de la demande de l'énergie électrique a dépassé la croissance de la production et de la transmission d'électricité, entravée par des ressources limitées et des contraintes environnementales. Cela a conduit à des lignes de transmission fortement chargées, mettant en évidence la stabilité du système comme un facteur crucial limitant les capacités de transfert d'énergie. Cette thèse explore l'utilisation des Mesures à Large Échelle (WAMs) et des contrôleurs de Système de Transmission en Courant Alternatif Flexible (FACTS) pour améliorer la stabilité des réseaux électriques interconnectés, en se concentrant sur l'atténuation des oscillations de puissance, à basse fréquence (LFOs). Les éléments FACTS tels que le compensateur statique de puissance réactive (SVC) et le compensateur statique synchrone série (SSSC) pourraient être utilisés efficacement pour amortir les oscillations de puissances inter-zones en utilisant un contrôleur d'amortissement auxiliaire (ADC) approprié et des signaux à distance.

Premièrement, le concept du calcul fractionnaire (FC) est introduit et un contrôleur auxiliaire Proportionnel, Intégral et Dérivé d'Ordre Fractionnaire (FOPID) basé sur les mesures à la grandeur du réseau est présenté pour le SVC et SSSC, afin d'améliorer la stabilité du système de puissance et d'atténuer les oscillations inter-zones à basse fréquence (LFOs). Des études de cas démontrent l'efficacité du contrôleur PID d'Ordre Fractionnaire proposé en fournissant des résultats de simulation et des analyses comparatives avec le PID d'ordre entier

Ensuite, en combinant la Logique Floue (FL) et le Calcul Fractionnaire (FC), une nouvelle approche de commande hybride appelée contrôleur Proportionnel, Intégral et Dérivé d'Ordre Fractionnaire à base de Logique Floue (FOFPID) est développé. Les paramètres du contrôleur sont ajustés à l'aide de l'algorithme Grey Wolf Optimizer (GWO). Des études de cas, comprenant des défauts et des tests de robustesse avec variation de charge sont réalisées sur un réseau électrique à deux zones et quatre générateurs. Les résultats obtenus montrent que le contrôleur FOFPID développé offre des performances supérieures par rapport aux contrôleurs FOPID et PID pour l'amélioration de l'amortissement des oscillations inter-zones à basse fréquence (LFOs).

Mots-clés: Contrôleur d'amortissement auxiliaire, Contrôle hybride, Contrôleur Proportionnel Intégral et Dérivé d'Ordre Fractionnaire (FOPID), Contrôleur Proportionnel Intégral et Dérivé d'Ordre Fractionnaire à Base de Logique Floue (FOFPID), Compensateur statique de puissance réactive (SVC), Compensateur statique synchrone série (SSSC), Système de puissance, Système de Transmission en Courant Alternatif Flexible (FACTS).

ملخص

في السنوات الأخيرة، زاد الطلب على الطاقة بشكل كبير في حين كان التوسع في توليد الطاقة ونقلها محدودا للغاية بسبب محدودية الموارد والقيود البيئية. نتيجة لذلك، يتم تحميل خطوط النقل بشكل كبير ويصبح استقرار نظام الطاقة عاملا يحد من نقل الطاقة.تقترح هذه الأطروحة استخدام قياسات الطاقة على نطاق واسع ومتحكمات التيار المتردد البديل المرن لتعزيز استقرار نظام الطاقة مع التركيز على تحسين قدرة تخميد الذبذبات منخفضة التوتر في أنظمة الطاقة المتصلة. يمكن استخدام متحكمات التيار المتردد البديل المرن لتخميد الذبذبات منخفضة التوتر بين المناطق باستخدام وحدة تحكم تخميد فرعية مناسبة. أولا، يتم تقديم وحدة تحكم على أساس الحساب التكاملي الكسري. بعد ذلك، يتم تطوير نهج تحكم هجين جديد حيث تظهر النتائج المحصل عليها فعاليته مقارنة بالطرق السابقة الكلاسيكية.

الكلمات المفتاحية: نظام الطاقة، حدة تحكم تخميد فرعية، متحكمات التيار المتردد البديل المرن، المتحكم التناسبي التكاملي التفاضلي الكسري، المتحكم التناسبي التكاملي التفاضلي الضبابي الكسري، معوض تيار ثابت، معوض تسلسلي متزامن ثابت، تحكم هجين.

ABSTRACT

In the past few years, the increase in electric power demand has exceeded the growth of power generation and transmission, impeded by resource limitations and environmental constraints. This has led to heavily loaded transmission lines, emphasizing system stability as a crucial factor limiting power transfer capabilities. This thesis proposes the utilization of Wide-Area Measurements (WAMs) and Flexible Alternating Current Transmission System (FACTS) controllers for enhancing power system stability, with a focus on improving the damping of low-frequency oscillations (LFOs) in interconnected power systems. FACTS devices such as Static Var Compensator (SVC) and Static Synchronous Series Compensator (SSSC), could be used effectively to damp inter-area LFOs by using a proper Auxiliary Damping Controller (ADC) and remote signals.

First, the concept of fractional calculus (FC) is integrated and a Fractional-Order Proportional Integral Derivative controller (FOPID) based wide-area measurements is presented as an auxiliary control for the SVC and SSSC in order to enhance power system stability and to ameliorate the damping of inter-area low-frequency oscillations (LFOs). Case studies demonstrate the effectiveness of the proposed Fractional-Order PID controller by providing simulation results and comparative analyses with the Integer-Order PID.

Following this, by combining the Fuzzy Logic (FL) and Fractional Calculus (FC), a novel hybrid control approach called Fractional-Order Fuzzy Proportional Integral Derivative (FOFPID) controller is developed. The controller’s parameters are adjusted using Grey Wolf Optimizer (GWO). Simulation studies, including fault applications and robustness tests under load variation are conducted on a two-area four-machine power system. Obtained results show that the proposed FOFPID controller achieves high performance for enhancement of inter-area low-frequency oscillations (LFOs) damping compared to FOPID and PID controllers.

Keywords: Auxiliary Damping Control, Flexible Alternating Current Transmission System (FACTS), Fractional-Order Proportional Integral Derivative controller (FOPID), Fractional-Order Fuzzy Proportional Integral Derivative controller (FOFPID), Hybrid control, Power system, Static Synchronous Series Compensator (SSSC), Static Var Compensator (SVC).