

Titre :

Effet des cycles de démarrage et d'arrêt sur les centrales hydraulique : modélisation de la détérioration des matériels pour l'évaluation des coûts de cyclage

Résumé:

Au niveau international, environ 70 % de l'énergie totale consommée provient de sources non renouvelables. Des objectifs ambitieux ont été fixés pour limiter le changement climatique en divisant par quatre les émissions de gaz à effet de serre (GES) grâce aux énergies renouvelables jusqu'en 2030. Avec la dérégulation du marché de l'énergie après les années 1990, différentes stratégies d'intégration des énergies renouvelables sont utilisées pour assurer la sécurité du système électrique et maintenir un niveau approprié de qualité de l'énergie fournie aux consommateurs. L'industrie hydroélectrique est couramment utilisée pour fournir des systèmes service afin d'équilibrer l'énergie et de réguler la fréquence. Cependant, cela augmente considérablement le nombre de cycles de démarrage et d'arrêt de l'équipement hydroélectrique.

L'augmentation des cycles de démarrage et d'arrêt induit des contraintes mécaniques, électriques et thermiques supplémentaires qui accélèrent le processus de dégradation et augmentent le nombre de défaillances, voire la destruction de l'équipement. En raison de cette augmentation, des remplacements, davantage de réparations et de maintenance seront nécessaires, ce qui entraînera des heures supplémentaires d'indisponibilité de la centrale. Au final, le coût d'exploitation augmentera. Cette thèse vise à développer une approche originale pour modéliser la dégradation des matériels d'une centrale hydraulique et ensuite les coûts associés au cyclage des centrales hydroélectriques. Trois méthodes sont proposées pour estimer la dégradation des équipements des centrales hydroélectriques en tenant compte des principaux phénomènes de dégradation et des données disponibles : une modélisation basée sur la physique et l'utilisation de mesures de fatigue (pour la roue), des modèles phénoménologiques basés sur des données historiques (modèles de durée de vie accélérée pour l'alternateur) et une modélisation économique et avis d'expert (pour le disjoncteur et la vanne de pied).

Title:

Effect of start and stop cycles on hydropower plants: modeling the deterioration of the equipment to evaluate the cycling cost

Abstract:

At international level, around 70 % of total energy consumed comes from non-renewable sources. Ambitious targets have been set to limit climate change by cutting greenhouse gas (GHG) emissions by four using renewable energy until 2030. With the deregulation of the energy market after the 1990s', different strategies to integrate the renewable energies are used to ensure the power system security and to maintain an appropriate level of quality of energy supplied to consumers. The hydro power industry is commonly used to provide operating reserves so as to balance energy and to regulate frequency. However, this drastically increases the number of starts and stops cycles of the hydroelectric equipment.

The increase of start and stop cycles, induces additional mechanical, electrical and thermal stresses that will accelerate the degradation process, will increase the number of failures and even destruction of the equipment. Due to this increase, replacements, more repairs and maintenance will be needed that will lead to extra hours of unavailability of the power plant. In the end, the exploitation cost will increase. This thesis aims to develop an original approach to modeling the degradation of hydro power plant equipment and further, the costs associated with hydroelectric starts and stops. Three methods are proposed to estimate the degradation of the equipment of the hydro power plants accounting for the main phenomena of degradation and the available data: physics-based modeling and use of fatigue measurements (for the runner), phenomenological models based on historical data (accelerated lifetime models for the generator) and economic modelling and expert judgement (for the circuit breaker and shut-off valve).