



Doctoral Thesis

Contributions to security of electric power systems

Author(s):

Zima, Marek

Publication Date:

2006

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005206370> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Contributions to Security of Electric Power Systems

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
MAREK ZIMA
MSc. Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm
born February 11th, 1977
in Čadca, Slovakia

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Göran Andersson, examiner
Prof. Dr. Ian Dobson, co-examiner
Prof. Dr. Manfred Morari, co-examiner

2006

Abstract

Electricity supply is a fundamental need of a modern society. A crucial property of electricity supply - reliability, is achieved by keeping a power system in a secure state most of the time. A secure state means, that the risk of a disturbance to spread further and endanger the system integrity, resulting into supply interruptions, is minimal.

Keeping a power system secure is a very challenging interdisciplinary multidimensional problem, which is affected by many factors. Besides the ones, which can not be influenced - such as extreme weather conditions or natural disasters, there is a set of factors given by the design of the system and its operation, which can be denoted *security concept*.

Recent trends have introduced conditions, in many power systems, in which a traditional security concept experiences shortcomings.

This thesis proposes modifications of the principles of the existing security concept. In case of several modifications, this thesis goes further into details. Explicitly, this thesis describes an index expressing the system security in an alternative manner to well known N-1 criterion, proposes a control method handling a larger dimensional problems, which are typical for power systems, and suggests a framework for a better control impact evaluation.

All detailed proposals are supported by simulation and computation examples.

Kurzfassung

Ein grundlegendes Bedürfnis jeder modernen Gesellschaft ist die sichere und ausreichende Versorgung mit Elektrizität. Die Versorgung erfolgt dabei im Hinblick auf das Kriterium der Zuverlässigkeit, d.h. es wird angestrebt, das Energieversorgungssystem in einem sicheren Zustand zu betreiben. In einem sicheren Zustand ist das Risiko, dass sich eine lokale Störung ausbreitet und die Systemintegrität gefährdet, minimal.

Die ständige Aufrechterhaltung der Systemzuverlässigkeit ist ein interdisziplinäres multidimensionales Problem, das von verschiedensten Faktoren beeinflusst wird. Während ein Teil dieser Faktoren, wie extreme Wetterverhältnisse oder Naturkatastrophen, als exogen gegeben angesehen werden muss, existieren andere Faktoren, die durch das System selbst und seinen Betrieb gegeben sind. Letztere können unter dem Begriff Sicherheitskonzept zusammengefasst werden.

Aktuelle Entwicklungen haben die Rahmenbedingungen in denen Energieversorgungssysteme heutzutage betrieben werden nachhaltig verändert. In diesem Zusammenhang offenbaren traditionelle Sicherheitskonzepte zunehmend Mängel.

Vorliegende Arbeit schlägt Modifikationen bereits existierender Sicherheitskonzepte auf grundlegender Ebene vor. In diesem Zusammenhang wird ein Konzept - alternativ zum N-1 Kriterium - entwickelt, mit dessen Hilfe sich die Zuverlässigkeit eines Systems in angemessener Art und Weise determinieren lässt. Weiterhin beschreibt vorliegende Arbeit einen Regelalgorithmus für typische, höher-dimensionale Probleme in Energiesystemen. Der Algorithmus basiert auf Methoden der Model Predictive Control und Trajectory Sensitivities. In einem letzten Schritt wird ein Konzept zur besseren Evaluierung von Regelstrategien abgeleitet.

Die vorgeschlagenen Modifikationen und Konzepte werden ausführlich mit Hilfe von Beispielen und Simulationen dargestellt.