

Resumo

Nesta dissertação aborda-se o problema da Estimação de Estado de Sistemas Eléctricos de Energia. A estimação de estado é actualmente considerada como o elemento fulcral dos modernos centros de controlo das redes eléctricas de energia. Basicamente podemos definir o estimador de estado, como um programa de cálculo executado em tempo real, e cujo objectivo é fornecer uma base de dados completa, coerente e fiável que descreva o estado eléctrico da rede. Para satisfazer esse objectivo o estimador processa um conjunto de medidas e outras informações recolhidas da rede num dado instante e obtém uma estimativa para o respectivo vector de estado (vector das fases e módulos das tensões nos diferentes barramentos). Para garantir a qualidade da estimativa de estado obtida, é porém essencial dotar o estimador de estado, de uma rotina de detecção e identificação de anomalias eventualmente presentes na informação a processar.

A generalidade dos estimadores de estado actualmente implementados nos centros de condução dos Sistemas Eléctricos de Energia (S.E.E.) são do tipo puramente estático não considerando portanto a evolução temporal do vector de estado do sistema. Do ponto de vista da eficiência da estimação esta abordagem não é a mais conveniente, uma vez que se está a desperdiçar informação extremamente útil à implementação da referida rotina de detecção e identificação de anomalias e à constituição de uma base de dados preditiva.

A obtenção desta base de dados preditiva, que permite realizar estudos em tempo real da segurança dinâmica das redes eléctricas de energia, constitui a característica fundamental do estimador de estado dinâmico e a razão determinante para o desenvolvimento deste tipo de algoritmos e sua utilização nos centros de condução do S.E.E.

A aplicação do filtro de Kalman "generalizado" à estimação de estado dinâmica dum Sistema Eléctrico de Energia confronta-se porém com dois tipos de dificuldades: a elevada dimensão dos problemas a analisar e simultaneamente a exigência de um reduzido tempo de execução.

Neste contexto, o objectivo fundamental do trabalho realizado consistiu no desenvolvimento de um algoritmo eficiente para a estimação de estado dinâmica de um S.E.E. O algoritmo proposto baseia-se na utilização de um novo modelo para as observações, de que resulta um algoritmo de estimação de estado que é por natureza desacoplado, e daí as suas inerentes vantagens em termos de ocupação de memória e tempo de execução, o que o torna especialmente indicado para uma aplicação "on-line".

Foi também desenvolvida uma metodologia para a detecção e identificação de anomalias que permite distinguir três situações distintas: presença de erros grosseiros nas medidas processadas, mudança brusca do ponto de funcionamento do sistema e presença de erros topológicos.

Os resultados das simulações efectuadas demonstraram as potencialidades do algoritmo proposto para a estimação de estado de um S.E.E.

Abstract

This thesis deals with the problems of the State Estimation of Electrical Power Systems. The state estimation is nowadays considered the fundamental element of modern electrical power networks control centres. Basically, we can define the state estimator as a calculation program carried in real time with the purpose of providing a complete, coherent and reliable database which can describe the electrical state of the network. To accomplish such purpose, the estimator processes a group of measurements and other information collected from the network at a certain moment, thus getting an estimate for the respective state vector (vector of voltages modules and phases on the different busses). However, in order to guarantee the quality of the achieved estimative of state, it is essential to provide the state estimator with a routine of detection and identification of anomalies which, eventually, may be present in the information to be processed.

Most of the state estimators implemented nowadays on the control centres of Electrical Power Systems (EPS) are static estimators, thus not taking into account the time evolution of the system state vector. From the point of view of estimation effectiveness such approach is not the most convenient one for the reason that information, which is extremely useful to the execution of the abovementioned routine of detection and identification of anomalies, is wasted as well as in what concerns the establishment of a predictive database.

The achieving of this predictive database, which allows to carry out studies on the dynamic safety of electrical power networks in real time, is the fundamental characteristic of the dynamic estimator of state and the decisive argument for the development of this type of algorithms and its application on the EPS control centres. However, the application of the extended Kalman filter to the dynamic state estimation of an electrical power system is faced with two kinds of difficulties: the wide scale of problems to be analysed and, simultaneously, the need of reduced time of execution.

In such context, the fundamental purpose of the work carried out consisted in the development of an efficient algorithm for the dynamic state estimation of an EPS. The algorithm proposed is based on the application of a new model of observations from which results a state estimation algorithm which is decoupled in nature. Therefore, its inherent advantages in terms of memory occupation and execution time make it particularly convenient for "on-line" application. In such context, the fundamental purpose of the work carried out consisted in the development of an efficient algorithm for the dynamic state estimation of an EPS. The algorithm proposed is based on the application of a new model of observations from which results a state estimation algorithm which is decoupled in nature. Therefore, its inherent advantages in terms of memory occupation and execution time make it particularly convenient for "on-line" application.

A methodology of detection and identification of anomalies was also developed which allows to distinguish three different situations: the existence of bad data in the measurements processed, the abrupt change of the system operation point and the presence of topological errors.

The results of simulations carried out showed the potentiality of the proposed algorithm for the state estimation of an EPS.