

Abstract

This thesis describes the approach developed to identify optimal load shedding strategies, with its objective being to minimize the total amount of load being shed, subject to three constraints, to be applied through remotely setting system UFLS relays, for a given operating condition and disturbance. This thesis is solely for analyzing the feasibility of the procedure developed within this work. Defining a complete definition for UFLS relay settings for all system disturbances is considered out of the scope of this work. The procedure utilizes neural networks and genetic algorithms.

The procedure can be broken down into two parts, first, the prediction of a power system's dynamic frequency response during a perturbation, and second, the determination of optimal load shedding strategies in order to achieve a set of system goals.

The neural network was used to make quick and accurate prediction of the dynamic response of a power system during an under-frequency load shedding scenario. Emergency actions in a power system due to loss of generation typically calls for under-frequency load shedding measures to avoid potential collapse due to the lack of time in which to correct the imbalance via other means. Due to the slow and repetitious use of dynamic simulations, the need for a fast and accurate procedure is evident when trying to determine optimal load-shedding strategies. A neural network (NN) seems to be an ideal solution for a quick and accurate way to replace standard dynamic simulations. The steps taken to produce a viable NN and corresponding results are discussed.

The genetic algorithm is used to determine optimal under-frequency load shedding (UFLS) strategies for each type of system operating condition and a given disturbance. In the past under-frequency load shedding has relied on general predetermined schemes to arrest falling system frequency for all system operating points. These schemes were typically not optimal due to their generality and abidance to the same stepped shedding procedure. Within this paper a genetic algorithm (GA) is used to produce the optimal load shedding strategies, according to current system operating conditions, to be implemented afterwards remotely via adaptable UFLS relays. The steps taken to produce this GA and corresponding results will be discussed.

The Terceira Network was utilized for testing and evaluating the procedures developed within this work.

Resumo

Esta dissertação descreve uma metodologia desenvolvida para identificar estratégias optimizadas de deslastre de cargas, para cada condição de operação e perturbação do sistema eléctrico de energia, tendo como objectivo a minimização do valor total de carga a deslastrar e sendo sujeito a três restrições. As estratégias identificadas são aplicadas remotamente a partir dos parâmetros de entrada de relés UFLS (*under-frequency load shedding*). Esta dissertação analisa a viabilidade da metodologia desenvolvida no âmbito deste trabalho. A realização de uma definição detalhada para os parâmetros de entrada dos relés UFLS para todas as perturbações do sistema, é considerado fora dos objectivos deste trabalho. A metodologia desenvolvida utiliza redes neuronais e algoritmos genéticos.

A metodologia pode ser dividida nas seguintes duas partes: na previsão da resposta dinâmica da frequência do sistema na sequência de uma perturbação, e na determinação de estratégias optimizadas de deslastre de cargas de modo a atingir um conjunto de objectivos para o sistema.

As redes neuronais (NN) foram utilizadas para obtenção de previsões rápidas e precisas da resposta dinâmica do sistema. Os cenários avaliados consistiram em situações em que são realizados deslastre de cargas na sequência do abaixamento da frequência do sistema. As acções de emergência utilizadas em sistemas eléctricos quando ocorre perda de geração, tipicamente baseiam-se em deslastre de cargas, uma vez que outras medidas levariam ao colapso do sistema por terem acção mais lenta. Sendo os processos analíticos convencionais de simulação dinâmica do sistema de elevado peso computacional, tornou-se evidente a necessidade de recorrer a outros métodos, que sejam rápidos e precisos, quando se pretende determinar estratégias optimizadas de deslastre de cargas. Por esta razão se utilizaram as redes neuronais. Neste documento são discutidos os passos tomados para obter uma NN viável e respectivos resultados obtidos.

Os algoritmos genéticos (GA) foram usados para determinar as estratégias optimizadas de deslastre de cargas em condições de abaixamento de frequência, para uma dada condição de operação e perturbação. No passado, o deslastre de cargas em condições de abaixamento de frequência baseava-se em esquemas genéricos, pré-determinados de forma a travar o abaixamento da frequência para todos os pontos de operação do sistema. Estes esquemas eram tipicamente não optimizados devido à sua característica de generalização e devido a manterem sempre os mesmos procedimentos de deslastre. No trabalho apresentado, são utilizados algoritmos genéticos (GA) para obter estratégias optimizadas de deslastre, de acordo com as condições actuais de operação do sistema. As acções de deslastre obtidas podem ser implementadas remotamente através de relés UFLS adaptáveis. Este documento descreve os passos realizados para produzir os GA e respectivos resultados obtidos.

A metodologia desenvolvida no âmbito do trabalho apresentado, foi testada e avaliada na rede eléctrica da ilha da Terceira do arquipélago dos Açores (Portugal).