

Электричество, 2015, №5

О влиянии быстродействия управляемых шунтирующих реакторов трансформаторного типа на стабилизацию напряжения и электромеханические переходные процессы
ШАКАРЯН Ю.Г., ФОКИН В.К., ЛИХАЧЕВ А.П.

На примере электроэнергетической системы (ЭЭС) простой структуры с наличием устройства управляемого шунтирующего реактора (УШР), включаемого непосредственно в сеть высокого или сверхвысокого напряжения (ВН, СВН), были исследованы: стабилизация напряжения в узле подключения, подавление лавины напряжения, динамическая устойчивость генераторов и возможность демпфирования электромеханических колебаний. Рассматривается устройство УШР трансформаторного типа с тиристорным управлением различного быстродействия с постоянными времени регулирования в диапазоне от 0,03 до 0,9 с. При этом исследуется работа устройства как одностороннего действия с потреблением реактивной мощности, так и двухстороннего действия на основе УШР и батареи статических конденсаторов (УШР+БСК) с потреблением или выдачей реактивной мощности. Для рассмотрения указанных электромеханических процессов использовалась цифровая однолинейная динамическая модель УШРТ – управляемая индуктивная проводимость $b_{ушр} = var$, а в комбинации УШР+БСК – с добавлением параллельно включенной емкостной проводимости $b_{бск} = const$.

Ключевые слова: электрическая сеть, лавина напряжения, стабилизация напряжения, шунтирующий реактор, динамическая устойчивость, демпфирование электромеханических колебаний

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

About the Effect the Response Speed of Controlled Transformer: Type Shunting Reactors Has on Stabilization of Voltage and Electromechanical Transients

YU.G. SHAKARYAN, V.K. FOKIN and A.P. LIKHACHEV

Stabilization of voltage at the connection node, suppression of voltage collapse, transient stability of generators, and possibility of damping electromechanical transients are investigated taking as an example a simple electric power system (EPS) containing a controlled shunting reactor (CSR) connected directly to the high- or extrahigh-voltage network. The CSR considered in the analysis is of a transformer type, with thyristor control having time constant T_c varying in the range 0.03–0.9 s. The studied versions include a unilateral-action device with reactive power absorption and a bilateral-action device constructed on the basis of a CSR and a bank of static capacitors (SCB) (CSR + SCB), which can either absorb or generate reactive power. For considering the above-mentioned electromechanical processes, a digital single-line dynamic model of the transformer-type controlled shunting reactor (CSR + SCB) was considered with addition of parallel-connected capacitive susceptance b_{scb} .

Key words: electric network, voltage collapse, voltage stabilization, shunting reactor, transient stability, damping of electromechanical oscillations

Электричество, 2015, №5

Метод обнаружения систематических ошибок при измерениях в электроэнергетической системе

ГЛАЗУНОВА А.М.

Задача обнаружения ошибок в измерениях может быть решена только при наличии информационной избыточности. В условиях низкой информационной избыточности

эффективность методов распознавания искажения измерений невысокая. Представлен метод, обладающий способностью обнаруживать систематические ошибки в измерениях при низкой избыточности. Разработанный метод представляет собой реализацию следующих шагов: вычисление статистического критерия с целью проверки нулевой гипотезы о равенстве средних значений измерений и их оценок; вычисление и анализ евклидова расстояния между вектором статистических критериев, полученным в режиме реального времени, и каждым эталонным вектором. Матрица эталонных векторов вычисляется заранее. Задача решается на базе псевдодинамического оценивания состояния.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, измерения, систематическая ошибка, информационная избыточность, оценивание состояния

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

Method for Detecting Systematic Errors in the Measurements of Electric Power System Parameters

A.M. GLAZUNOVA

The problem of detecting errors in measurements can be solved only if there is information redundancy. The measurements distortion recognition methods show poor efficiency under the conditions of low information redundancy. A method able to detect systematic errors in measurements under the conditions of low information redundancy is presented. The developed method involves the following steps: calculating a statistical criterion for checking the null hypothesis about the equality of mean values of measurements and their estimates, calculating and analyzing the Euclidean distance between the vector of statistical criteria obtained in the online mode and each reference vector. The matrix of reference vectors is calculated in advance. The problem is solved on the basis of pseudo dynamic state estimation.

Key words: electric power system, measurements, systematic error, information redundancy, state estimation

Электричество, 2015, №5

Эквивалентирование имитационных моделей электрических сетей

ЛЯМЕЦ Ю.Я., ВОРОНОВ П.И., МАРТЫНОВ М.В.

Рассматривается задача эквивалентирования сложной имитационной модели электрической сети с большим числом варьируемых параметров. Известный метод эквивалентного генератора предназначен для систем с постоянными параметрами. В статье он распространяется на линейные системы с переменными параметрами. Варьируемые параметры эквивалентного генератора – внутреннее сопротивление и эквивалентная ЭДС – задаются областями на двух комплексных плоскостях. Эквивалентный генератор воспроизводит все режимы исходной модели, но вместе с тем создаёт и избыточные режимы. Предлагается метод преодоления возникающей проблемы, который заключается в придании областям определения параметров эквивалентной модели клеточной структуры.

Ключевые слова: электрическая сеть, имитационные модели, эквивалентирование, обучение реле

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

Constructing Equivalent Simulation Models of Electric Networks

Yu.Ya. LYAMETS, P.I. VORONOV, and M.V. MARTYNOV

The problem of constructing an equivalent simulation model for a complex electric network with a large number of variable parameters is considered. The well-known method of equivalent generator is intended for systems with constant parameters. In the present article, this method is extended for linear systems with variable parameters. The inner impedance and the equivalent EMF, which are the variable parameters of an equivalent generator, are specified by domains in two complex planes. The equivalent generator simulates all operating modes of the initial model and creates some excessive modes of operation. A method for overcoming this problem is proposed, which consists in assigning a cell structure to the domains in which the equivalent model's parameters are determined.

Key words: electric network, constructing an equivalent model, simulation models, training a relay

Электричество, 2015, №5

Контактные системы вакуумных дугогасительных камер высокого напряжения

БЕЛКИН Г.С., ВЕТЧИНОВ Д.В., РОМОЧКИН Ю.Г.

Интерес к вакуумным выключателям высокого напряжения связан с рядом их преимуществ перед элегазовыми выключателями. Они идеальны с экологической точки зрения, обладают высоким ресурсом, способны работать при очень низких температурах. Сдерживает широкое применение вакуумных выключателей высокого напряжения более высокая цена по сравнению с элегазовыми выключателями. Основным элементом вакуумного выключателя является вакуумная дугогасительная камера (ВДК), и технические решения, заложенные в ВДК, во многом определяют технико-экономические характеристики выключателя. Проведено математическое и физическое моделирование нескольких вариантов контактных систем для ВДК на номинальное напряжение 110 кВ. По результатам моделирования получено распределение продольной составляющей удельной магнитной индукции. Рассчитан коэффициент неоднородности контактных систем. Измерено электрическое сопротивление индукторов и контактных накладок. Даны рекомендации по выбору контактных систем для высоковольтных ВДК с точки зрения отключающей способности и больших номинальных токов.

Ключевые слова: дугогасительная камера, контактная система, магнитная индукция, коэффициент неоднородности, номинальный ток отключения

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

Contact Systems of High-Voltage Vacuum Arc Chutes

G.S. BELKIN, D.V. VETCHINOV, and Yu.G. ROMOCHKIN

The interest to high-voltage vacuum circuit breakers is stemming from their having a number of advantages with respect to SF6 circuit breakers. These apparatuses are the ideal ones from the environmental point of view, they have high service life indicators and can operate at very low temperatures. Unfortunately, wide-scale use of high-voltage vacuum circuit breakers is restrained due to their being more expensive than SF6 circuit breakers. A vacuum arc chute (VAC) is the main component of a vacuum circuit breaker, and the technical solutions laid down in the VAC in many respects determine the circuit breaker's technical and economic characteristics. Mathematical and physical modeling of a few versions of the contact systems for the VAC for the 110 kV rated voltage is carried out. The distribution of the specific magnetic induction's longitudinal component is obtained based on the simulation results. The contact system nonuniformity factor is calculated. The electrical resistance of inductors and contact covers is measured. Recommendations on selecting the contact systems for high-voltage VACs are given from the viewpoint of their breaking capacity and large nominal currents.

Key words: arc chute, contact system, magnetic induction, nonuniformity factor, rated breaking current

Электричество, 2015, №5

Анализ механизмов распространения геоиндуцированных токов в системообразующих электрических сетях различной топологии

КУВШИНОВ А.А., ВАХНИНА В.В., КУЗНЕЦОВ В.А., РЫБАЛКО Т.А. , ЗЮЗИН М.О.

Решается актуальная задача определения геоиндуцированных токов (ГИТ) в ветвях сложной электрической сети в периоды геомагнитной активности и, соответственно, адекватной оценки степени опасности геомагнитных бурь различной интенсивности для оборудования и режима работы конкретного энергообъединения. Для этого необходимо исследовать закономерности распространения ГИТ в электрических сетях типовых топологий – радиальной, магистральной и кольцевой, поскольку реальные сети состоят из участков с признаками указанных топологий. Исследование показало, что наиболее тяжелым воздействием геоиндуцированных токов при прочих равных условиях подвергаются силовые трансформаторы в электрической сети кольцевого типа.

Ключевые слова: электрическая сеть, геомагнитная буря, геоиндуцированный ток, силовой трансформатор

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

An Analysis of Mechanisms Governing the Propagation of Geinduced Currents in Backbone Electric Networks Having Different Topologies

A.A. KUVSHINOV, V.V. VAKHNINA, V.A. KUZNETSOV, T.A. RYBALKO, and M.O. ZYUZIN

The article considers solution of the topical problem of determining geinduced currents in the branches of a complex electric network in the periods of geomagnetic activity and, accordingly, of adequately determining the degree of hazard from geomagnetic storms of different intensity for the equipment and operating conditions of a particular power pool. To do so, it is necessary to investigate the regularities pertinent to propagation of geinduced currents in the electric networks of standard topologies: radial, trunk, and ring ones, because the real networks consist of sections having the signs of these topologies. The study results have shown that, all other things being equal, geinduced currents exert the heaviest impact on power transformers installed in electric networks having a ring configuration.

Key words: electric network, geomagnetic storm, geinduced current, power transformer

Электричество, 2015, №5

Проникновение электромагнитного импульса в экранированные подземные сооружения

ЛЮБОМУДРОВ А.А.

Исследуется электрическое поле в заглубленных экранированных сооружениях в квазистационарном приближении. Такие методы расчёта экранов разработаны достаточно полно. Однако в них не рассматривались экраны в грунте, имеющие с грунтом различную электрическую связь. Предложены эквивалентные расчетные схемы экранов сооружений. Исследованы случаи электрического контакта экрана с грунтом по всей поверхности и заземлённого экрана. Выведены выражения для расчёта импульсного электрического поля внутри экранов в форме интегралов свёртки. Получены импульсные характеристики эквивалентных схем экранов.

Ключевые слова: электромагнитное экранирование, подземные высокозащищённые сооружения, импульсное электромагнитное поле, электромагнитные экраны в проводящей среде, импульсные характеристики экранов

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

Penetration of Electromagnetic Impulse into Shielded Underground Structures

A.A. LYUBOMUDROV

The electric field in buried shielded structures is considered in quasi steady-state approximation. Such shield calculation methods have been developed to a sufficiently full extent. However, these methods did not consider shields in soil having different electric coupling with the soil. Equivalent theoretical circuits for analyzing the shields of structures are proposed. Cases involving a shield electrically contacting with the soil over the entire surface and a grounded shield are investigated. Expressions for calculating the impulse electric field inside the shields in the form of convolution integrals are derived. The impulse characteristics of equivalent shield circuits are obtained.

Key words: electromagnetic shielding, highly secured underground structures, impulse electromagnetic field, electromagnetic shields in conducting medium, shield impulse characteristics

Электричество, 2015, №5

Аналитическое исследование уравнения мгновенной мощности трехфазной нагрузки в гиперкомплексном пространстве

НОС О.В.

Одним из наиболее эффективных способов решения прикладной задачи повышения энергоэффективности трехфазных систем транспортировки, распределения и преобразования энергии является применение активных силовых фильтров (АСФ). Алгоритм управления этими полупроводниковыми преобразовательными устройствами основывается на современных теориях мгновенной мощности с привлечением элементов векторной алгебры и линейных ортогональных преобразований фазных переменных. Помимо данного подхода к организации управляющей части АСФ, требующего при технической реализации наличия высокопроизводительных программно-аппаратных средств, можно также воспользоваться математическим описанием энергетических процессов в цепях переменного тока при помощи гиперкомплексного пространства, образованного одной вещественной и тремя мнимыми единицами. В статье представлены результаты аналитического исследования кватерниона мгновенных мощностей в случае различного вида трехфазных потребителей, практическое применение которых при построении энергосберегающих систем на базе АСФ позволит выработать компенсационные воздействия с меньшим числом математических операций и без привлечения дополнительных координатных преобразований.

Ключевые слова: трехфазные электрические сети, гиперкомплексное пространство, кватернион мгновенной мощности, несимметричная и/или нелинейная нагрузка

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

Analytic Investigation of the Three-Phase Load Instantaneous Power Equation in a Hypercomplex Space

O.V. NOS

Use of active power filters (APFs) is among the most efficient ways for solving the applied problem of achieving better energy efficiency of three-phase energy transportation,

distribution, and conversion systems. The algorithms for controlling these semiconductor converters are based on the modern theories of instantaneous power with involvement of elements of vector algebra and linear orthogonal transformations of phase variables. Apart from using this approach to configuring the APF control part, the technical implementation of which requires powerful computerized automation tools, it is also possible to use the mathematical description of power processes in AC circuits by means of hypercomplex space formed by one real and three imaginary units. The article presents the results from an analytical investigation of the quaternion of instantaneous powers in the case of different kinds of three-phase loads, the practical application of which in constructing energy-saving systems on the basis of APFs will make it possible to produce compensating outputs with a fewer number of mathematical operations and without involving additional transformations of coordinates.

Key words: three-phase electric networks, hypercomplex space, instantaneous power quaternion, unbalanced and/or nonlinear load

Электричество, 2015, №5

Главная задача – бесперебойное и надежное электроснабжение

ЖИМЕРИН Д. Г.

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

Uninterrupted and Reliable Power Supply in the Main Objective

Dmitry G. ZHIMERIN

Электричество, 2015, №5

Некоторые аспекты работы электротехнической промышленности в годы войны и восстановления народного хозяйства

ИОСИФЬЯН А.Г.

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 5

Some Aspects of Electric Industry Operation in the War Years and in the Period of Restoring the Natural Economy

Andronik G. IOSIF'YAN