

Постановка задачи оптимального резервирования системы автономного электроснабжения и сравнительный анализ методов ее решения

АТАНОВ И.В., ХОРОЛЬСКИЙ В.Я., ШЕМЯКИН В.Н., ЯРОШ В.А.

Рассмотрен вопрос введения структурной избыточности для повышения надежности системы автономного электроснабжения. Сформулирована задача оптимального резервирования и дана ее математическая трактовка. Изложена последовательность операций при решении такой задачи. Рассмотрены точные и приближенные методы решения. Отмечены недостатки наиболее часто применяемых методов. Дана математическая постановка задачи оптимального резервирования с использованием метода динамического программирования, как средства сокращения числа перебираемых вариантов. Сопоставлено число вычислительных операций при использовании различных методов. Отмечены области использования точных и приближенных методов решения задачи оптимального резервирования с учетом стадийности разработки проектной документации.

Ключевые слова: системы автономного электроснабжения, оптимальное резервирование, надежность, целевая функция.

The question of introducing structural redundancy to improve the reliability of the Autonomous power supply system is considered. The problem of optimal reservation is formulated and its mathematical interpretation is given. The sequence of operations in solving this problem is described. The exact and approximate methods of solution are considered. The disadvantages of the most frequently used methods are noted. The mathematical formulation of the optimal reservation problem using the method of dynamic programming as a means of reducing the number of iterated options is given. The number of computational operations is compared using different methods. The areas of using accurate and approximate methods for solving the problem of optimal reservation taking into account the stages of development of project documentation are noted.

Key words: systems of autonomous power supply, optimal redundancy, reliability, objective function.

Понижение уровня выходных шумов источников опорного напряжения

БОНДАРЬ С.Н., ВАХТИНА Е.А., ШАРИПОВ И.К. , АНИКУЕВ С.В.

Развитие цифровых технологий, находящих широкое применение в промышленности и сельском хозяйстве, предъявляет повышенные требования к источникам опорного напряжения по целому ряду параметров, каждый из которых по своему важен. Однако дальнейшее повышение разрешающей способности аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, а значит, и цифровой обработки сигналов в целом, немыслимо без улучшения такого качественного показателя источников опорного напряжения как уровень шума. В статье рассмотрены способ и схемное решение построения малошумящего источника стабильного напряжения постоянного тока, выполненного на базе типовых интегральных микросхем стабилизаторов напряжения. Разработанное схемное решение обеспечивает понижение уровня выходных шумов источников опорного напряжения, выполненных на базе таких интегральных микросхем, вплоть до уровня собственных шумов операционных усилителей, используемых в составе разработанного устройства. Особенностью предложенного источника стабильного напряжения постоянного тока является инверсия полярности выходного напряжения устройства относительно полярности выходного напряжения используемой интегральной микросхемы стабилизатора напряжения.

Ключевые слова: стабилизатор напряжения, шумовая составляющая, фазовый сдвиг, постоянная времени, сглаживающий фильтр.

The development of digital technologies that are widely used in industry and agriculture imposes increased requirements on the reference voltage sources for a variety of parameters. Each of which is important in its own way. However, a further increase in the resolution of analog-digital and digital-analog converters, and hence the entire digital signal processing, is unthinkable without improving such a quality indicator of voltage sources as the noise level. This article describes the method and circuit design for constructing a low-noise source of stable DC voltage made on the basis of typical integrated circuits of voltage stabilizers. The developed circuit solution provides a reduction in the output noise level of the reference voltage sources made on the basis of typical integrated circuits of voltage stabilizers up to the level of intrinsic noise of the operational amplifiers used in the developed device. As a feature of the developed low-noise source of stable DC voltage, it should be noted that the polarity of the output voltage of the device is inverted relative to the polarity of the output voltage of the integrated circuit of the

voltage stabilizer used.

Key words: voltage stabilizer, noise component, phase shift, time constant, smoothing filter.

Электротехника, 2019, №3, стр.11-14

Модифицированный алгоритм управления компенсатором реактивной мощности для нестационарных нагрузок

ВОРОТНИКОВ И.Н., МАСТЕПАНЕНКО М.А., ГАБРИЕЛЯН Ш.Ж., ШУНИНА А.А.

В статье рассмотрено схемотехническое решение для построения силовой части устройства компенсации реактивной мощности, реализующее компенсацию с дозированной передачей электрической энергии. Предложен алгоритм управления компенсатором на основе анализа мгновенных значений напряжения сети и тока нестационарной нагрузки.

Ключевые слова: устройство компенсации реактивной мощности, нестационарные нагрузки, составляющие мгновенной мощности.

The article considers the circuit solution for the construction of the power part of the reactive power compensation device that implements compensation with the dosed transmission of electric energy. The algorithm of compensator control based on the analysis of instantaneous values of network voltage and non-stationary load current is proposed.

Key words: reactive power compensation device, non-stationary loads, components of instantaneous power.

Электротехника, 2019, №3, стр.14-19

Контроль теплового режима силовых полупроводниковых приборов с использованием концепции переходного теплового импеданса

ЕРШОВ А.Б., ХОРОЛЬСКИЙ В.Я., АТАНОВ И.В., ЕФАНОВ А.В.

Рассмотрены проблемы обеспечения тепловой устойчивости силовых полупроводниковых приборов при воздействии на них резких динамических токовых перегрузок. Предложен новый метод интеллектуальной тепловой защиты силовых полупроводниковых приборов,

базирующийся на использовании эквивалентной тепловой постоянной времени физической структуры силового прибора, определяемой по переходной функции термочувствительного параметра.

Ключевые слова: силовые полупроводниковые приборы, контроль параметров, тепловое сопротивление переход-корпус, переходное тепловое сопротивление, эквивалентная тепловая постоянная времени физической структуры силового прибора.

The article deals with the problem of ensuring the thermal stability of power semiconductor devices under the influence of sharp dynamic current overloads. A new method of intelligent thermal protection of power semiconductor devices based on the use of the equivalent thermal time constant of the physical structure of the power device, determined by the transition function of the thermosensitive parameter, is proposed.

Key words: power semiconductor devices, parameter control, thermal resistance transition-body, transient thermal resistance, equivalent thermal time constant of the physical structure of the power device.

Электротехника, 2019, №3, стр.19-24

Математическое описание динамики систем автономного электроснабжения с использованием метода переменных состояния

МАСТЕПАНЕНКО М.А., ГАБРИЕЛЯН Ш.Ж., ШАРИПОВ И.К., АНИКУЕВ С.В.

Рассмотрена возможность использования метода переменных состояния для математического описания динамики системы автономного электроснабжения. Отмечены основные преимущества использования такого подхода. Учтена специфика построения объекта, который представлен в виде дискретных цепей и элементов. Приводится система уравнений состояния для исследуемого элемента системы в виде линейной комбинации переменных состояния, входных переменных и параметров рассматриваемого элемента. Учтен вопрос управляемости и наблюдаемости при проведении расчетов. Разработан итерационный процесс вычисления переходных отклонений напряжения.

Ключевые слова: система автономного электроснабжения, методы, математический подход, уравнение, элемент, дискретная цепь, воздействие, переходный процесс, отклонение напряжения.

The possibility of using the method of state variables for mathematical description of Autonomous power supply system dynamics is considered. The main advantages of using this approach are noted. Taken into account the specifics of the construction of the object, which is presented in the form of discrete circuits and elements. The system of equations of state for the investigated element of the system in the form of a linear combination of state variables, input variables and parameters of the considered element is presented. Taken into account the issue of controllability and observability in the calculations. The iterative process of calculation of transient voltage deviations is developed.

Key words: autonomous power supply system, methods, mathematical approach, equation, element, discrete circuit, impact, transient, voltage deviation.

Электротехника, 2019, №3, стр.24-27

Методические положения определения множества оптимальных по Парето альтернативных вариантов системы автономного электроснабжения

ХОРОЛЬСКИЙ В.Я., ЕРШОВ А.Б., ЕФАНОВ А.В., ЯСТРЕБОВ С.С.

Предложено использование оптимизации по Парето применительно к системам автономного электроснабжения, как способ выделения множества доминирующих решений. Рассмотрены области использования такого подхода. Дана математическая трактовка поиска множества альтернативных вариантов на основе отношения предпочтения и его упорядочивания. Переработка информации выполняется на основе известных правил логического вывода, а логические формулы выступают в виде конечного продукта. В качестве математической базы рекомендовано использовать исчисление предикатов. На основании аппарата бинарных отношений определено понятие доминирования одной системы над другой. Разработан алгоритм получения множества доминирующих решений. Отмечены недостатки, присущие такому подходу.

Ключевые слова: автономная система электроснабжения, альтернативные варианты, оптимизация по Парето, вычисление предикатов.

The use of Pareto optimization for autonomous power supply systems is proposed as a method of distinguishing a set of dominant solutions. The areas of using this approach are considered. The

mathematical interpretation of search of a set of alternative variants on the basis of the relation of preference and its ordering is given. Processing of information is based on the known rules of inference, and logical formulas act as the final product. The use of predicate calculus is recommended as a mathematical base. On the basis of the apparatus of binary relations the concept of domination of one system over another is defined. An algorithm for obtaining a set of dominant solutions is developed. The drawbacks inherent in this approach are noted.

Key words: system of autonomous power supply, alternative options, calculation of predicates.

Электротехника, 2019, №3, стр.28-31

Производственный контроль качества силовых полупроводниковых приборов и информативные параметры их надёжности

ЕФАНОВ А.В., ЕРШОВ А.Б., ШЕМЯКИН В.Н., КОБОЗЕВ В.А.

Рассмотрены проблемы обеспечения надёжности силовых полупроводниковых приборов на начальном (1000–3000 ч) участке их длительной эксплуатации. Обоснована необходимость использовать в качестве параметра надёжности число отказов за время FIT (Failure in Time). Показано, что стабильность обратного тока силового ключа при воздействии высокостабильного обратного напряжения является одним из параметров, определяющих физическую надёжность силовых приборов. Представлена установка автоматического контроля стабильности электрических параметров силовых полупроводниковых приборов, как элемент практической реализации процесса тренировки готовой продукции и обнаружения потенциально ненадёжных образцов.

Ключевые слова: силовые полупроводниковые приборы, надёжность, контроль параметров, стабильность параметров, информативные параметры надёжности.

The article deals with the problem of ensuring the reliability of power semiconductor devices at the initial (1000–3000 h) section of their long-term operation. The necessity of using as a reliability parameter the number of failures during FIAT (Failure in Time) is substantiated. It is shown that the stability of the reverse current of the power key under the influence of highly stable reverse voltage is one of the parameters that determine the physical reliability of power devices. The installation of automatic control of power semiconductor devices for the stability of their electrical parameters is announced as an element of the practical implementation of the process of testing of finished products and detection of potentially unreliable samples.

Key words: power semiconductor devices, reliability, parameter control, parameter stability, informative parameters of reliability.

Электротехника, 2019, №3, стр.33-37

Современные эффективные электроприводы производственных и транспортных механизмов

КОЗЯРУК А.Е.

Рассмотрены вопросы определения структуры, состава и типа электрических машин, преобразовательных устройств и алгоритмов управления электроприводами различного типа механизмов и транспортных установок средней и большой мощности – таких как горно-транспортные машины (экскаваторы, карьерные автосамосвалы) и судовые установки движения, позиционирования судов ледового плавания и технических средств освоения шельфа. В статье рассматривается зарождение и «начало» электропривода; сделан вывод, что по эффективности и надежности наиболее приемлемым является частотно-регулируемый электропривод с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором и использованием преобразователей частоты с активным выпрямителем.

Приведены основные характеристики, состав и структура такой схемы электропривода для экскаватора и карьерного автосамосвала. Представлены основные характеристики асинхронных электроприводов систем электродвижения ледоколов и технических средств освоения шельфа.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, алгоритмы управления, активный выпрямитель, коэффициент мощности, электромагнитная и электромеханическая совместимость.

This article deals with the determination of the structure, composition and type of electrical machines, converter devices and control algorithms for electric drives of various types of mechanisms and transportation units of medium and high power - such as mining vehicles (excavators, quarry dumpers) and marine propulsion systems, ship positioning systems of icebreaker and technical means of offshore development. In the article the origin and "beginning" of the electric drive is considered, it is stated that from the point of view of efficiency and reliability the most suitable is a variable-frequency electric drive with an asynchronous squirrel-cage motor and the use of frequency converters with an active rectifier. The main characteristics, composition and structure of such an electric drive scheme for an excavator and a mining dump truck are given. The main characteristics of asynchronous electric

drives for icebreakers and technical means of offshore development are presented.

Key words: asynchronous motor, control algorithms, active rectifier, power factor, electromagnetic and electromechanical compatibility.

Электротехника, 2019, №3, стр.37-41

Модернизированные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором

МАКАРОВ Л.Н., ДЕНИСОВ В.Н., КУРИЛИН С.П.

Изложены результаты исследований возможности снижения пусковых токов асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором на множествах параметрически однородных и параметрически неоднородных клеток. Использование параметрически неоднородной клетки позволяет на период пуска сформировать дополнительные спектры гармоник тока и поля клетки, пополнив тем самым поле дифференциального рассеяния ротора. Индуктивное сопротивление, соответствующее дополнительному рассеянию, призвано ограничить пусковой ток и практически исчезнуть в рабочих режимах. Анализ свидетельствует о том, что возможности однородной клетки в этом отношении весьма ограничены и представлены только одним основным спектром гармоник. Приведены результаты моделирования токов в клетке с различным распределением неоднородных элементов и вытеснения тока в области неоднородности. Эти результаты свидетельствуют о том, что задача снижения пускового тока асинхронных электродвигателей разрешима принципиально и технически.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, короткозамкнутый ротор, пусковой ток, неоднородная клетка.

The article presents the results of scientific research on solving the problem of reducing the starting currents of induction motors with a squirrel-cage rotor. Theoretical and technical aspects of the solution are discussed. The possibilities of solving the problem on sets of parametrically homogeneous cells and parametrically inhomogeneous cells are analyzed. The use of a parametrically inhomogeneous cell allows for the start-up period to generate additional spectra of the harmonics of the current and cell fields, thus replenishing the field of differential scattering of the rotor. Inductive resistance, corresponding to additional scattering, is designed to limit the starting current and practically disappear in operating conditions. The analysis of the question shows that the possibilities of a homogeneous cell in this respect are very limited and are represented only by one basic spectrum of harmonics. The results of simulation of currents in

a cell with different distribution of inhomogeneous elements are presented. The results of simulation of current displacement in the region of inhomogeneity are also presented. The resulted results testify that the problem of decrease in a starting current of asynchronous electric motors is solved essentially and technically.

Key words: asynchronous motor, squirrel cage rotor, inrush current, non-homogeneous cage.

Электротехника, 2019, №3, стр.42-50

О проблеме несимметричных контуров коммутации в трехуровневых инверторах напряжения

ВОРОНИН И.П., ВОРОНИН П.А., РОЗАНОВ Ю.К., КУЗИН С.Ю.

В статье рассмотрена первая отечественная разработка гибридного силового модуля для трехуровневых инверторов напряжения, выполняемых по схеме с фиксированной нейтралью. Рассмотрены особенности работы такой схемы с точки зрения проблем, характерных для многокристальных силовых микросборок. Одной из главных технических проблем при создании трехуровневого силового модуля является высокая чувствительность его схемы к индуктивностям монтажа и несимметричность его контуров коммутации. Помимо задачи снижения паразитной индуктивности монтажных соединений дополнительными проблемами при создании гибридной конструкции трехуровневого модуля являются ограничение динамических перенапряжений на ключевых компонентах схемы, выравнивание напряжений на ключевых компонентах схемы в статическом режиме и устранение неравномерности рассеиваемых в схеме тепловых потерь. Рассмотрены особенности размещения трехуровневых микросборок в стандартных низкопрофильных корпусах. Представлены варианты конструкций с применением монтажных соединений на основе полосковых шин с пониженной паразитной индуктивностью. Для устранения неравномерности теплового перегрева ключевых компонентов рассмотрены особенности применения методов резонансной коммутации для трехуровневой схемы. Показано, что эффективное снижение энергии динамических потерь в трехуровневой схеме достигается при выполнении ряда условий, главным из которых является возможность технологического контроля параметров реактивных компонентов гибридной конструкции.

Ключевые слова: инвертор напряжения, трехуровневая схема, схема с фиксированной нейтралью, фиксирующий диод, паразитная индуктивность, перенапряжение.

This article presents the first domestic development of a hybrid power module for three-level voltage inverters performed in neutral-point-clamped circuit. The paper shows the features of the operation in the three-level circuit from the point of view of problems for power multicrystal microassemblies. One of the main technical problems in creating a three-level power module is the high sensitivity of its circuit to the inductances of installation and the asymmetry of its switching contours. In addition to the task of reducing the parasitic inductance of the mounting connections, additional problems in the development of the hybrid design of the three-level module are the limitation of dynamic overvoltages on the switching components of the circuit, the equalization of the stresses on the switching components of the circuit in static mode, and the elimination of the uneven thermal losses dissipated in the circuit. The article shows the features of placement of three-level microassemblies in standard low-profile cases and presents design variants with the use of mounting connections based on strip tires with reduced parasitic inductance. To eliminate the uneven thermal overheating of key components, the features of applying resonance switching methods for a three-level circuit are considered. It is shown that effective reduction of the energy of dynamic losses in a three-level circuit is achieved when a number of conditions are fulfilled, the main of which is the possibility of technological control of the parameters of the reactive components of the hybrid structure.

Key words: voltage inverter, three-level circuit, neutral-point-clamped circuit, clamping diode, stray inductance, overvoltage.

Электротехника, 2019, №3, стр.51-55

Экспериментальное исследование параметров индуктивности реактора сглаживающего фильтр-устройства с полностью замкнутым магнитным потоком

ЛОБЫНЦЕВ В.В.

Использование прогрессивных конструктивных решений при создании силового электроэнергетического оборудования системы тягового электроснабжения постоянного тока позволяет втрое увеличить концентрацию энергии в единице объёма.

Секционированная немагнитными зазорами бронестержневая радиально-цилиндрическая магнитная система с нешихтованными массивными элементами конструкции позволила обеспечить высокую механическую прочность без дополнительных бандажей и прессующих элементов, при приемлемом уровне потерь на гистерезис и вихревые токи, а также соблюдении требований безусловной линеаризации магнитного потока в диапазоне рабочих токов. Последнее обусловлено эксплуатацией реакторов типа РЖФА-6500 в

составе фильтр-устройств мощных выпрямителей, питающих электроподвижной состав.

Ключевые слова: сглаживающий фильтр, индуктивность, кривая намагничивания, метод амперметра-вольтметра

The progressive constructive using at power equipment development for the DC traction power supply systems allows energy density per volume to increase in three. Armored rod cylindrical magnetic system the partitioned non-magnetic gaps of with massive steel using elements in design it to provide the high mechanical strength without using pressure bandage. The design was developed at the conditions of low level losses eddy current and hysteresis. The magnetic flux in magnetic core is linearized in workers current range. This characteristic is necessary for the operation conditions a filter reactor in composition of high power rectifications which nourish the rolling stock.

Key words: smoothing filter, inductance, magnetization curve, ammeter-voltmeter method.

Электротехника, 2019, №3, стр.55-61

Характеристики импульсного дугового разряда в цепи мощного емкостного накопителя энергии

БАРАНОВ М.И.

В рамках инженерного подхода и каналовой модели электрической дуги исследована ее новая разновидность – импульсный воздушный дуговой разряд, протекающий между металлическими (графитовыми) электродами воздушной двухэлектродной системы (ДЭС), включенной в сильноточную разрядную цепь мощного высоковольтного емкостного накопителя энергии (ЕНЭ). Амплитудно-временные параметры (АВП) формируемого накопителем апериодического импульса тока в плазменном канале воздушного дугового разряда соответствовали длительной C -компоненте тока искусственной молнии, предназначенной для проведения испытаний элементов летательного аппарата на электротермическую молниестойкость. Применительно к нормированным АВП разрядного тока получены расчетные соотношения для определения в плазменном канале импульсной электрической дуги в воздушной ДЭС его таких основных характеристик как эквивалентное активное сопротивление, выделяемая в нем тепловая энергия, максимальная напряженность продольного электрического поля, погонная мощность тепловых потерь, канальная плотность тока и максимальная электронная температура. Выявлены отличительные особенности и общие свойства

импульсного дугового разряда в воздушной ДЭС по сравнению с сильноточным импульсным искровым разрядом в той же ДЭС. Предложенные соотношения позволяют уточнить баланс энергии в разрядной цепи ЕНЭ. Результаты приближенного расчета подтвердили работоспособность полученных расчетных соотношений.

Ключевые слова: мощный емкостный накопитель, воздушная двухэлектродная система; импульсный дуговой разряд, баланс энергии.

Within the framework of engineering approach and channel model of voltaic arc is its new variety investigational – impulsive air arc discharge, inerfluent by the metallic (by a graphite) electrodes of the air double-electrode system (DES), plugged in the heavy-current bit chain of powerful high-voltage capacity store of energy (CSE). Peak-temporal parameters (PTP) formed information of CSE of aperiodic impulse of current in the plasma channel of the probed air arc discharge in DES protracted C- component of current of artificial lightning, intended for testing elements of aircraft on electro-thermal stability to lightning. As it applies to rationed PTP of the indicated bit current in the chain of powerful CSE new calculation correlations are got for determination in the plasma channel of impulsive voltaic arc in air DES him such basic descriptions as equivalent active resistance, selected in him thermal energy, maximal tension of longitudinal electric-field, linear power of thermal losses, channel closeness of current and maximal electronic temperature. Distinctive features and general properties of impulsive arc discharge exposed in air DES by comparison to a heavy-current impulsive spark discharge in that DES. The offered correlations allow to execute the specified balance of energy in the bit chain of examined CSE. The results of the approximate calculation confirmed the efficiency of the calculated ratios.

Key words: powerful capacitive storage, air two-electrode system; impulse arc discharge, energy balance.

Электротехника, 2019, №3, стр.61-69

Система контроля силовых электромагнитных устройств

БОЧКАРЕВ И.В., БРЯКИН И.В.

Рассмотрена новая концепция построения системы контроля силовых электромагнитных устройств (СЭУ), основанная на использовании дополнительных высокочастотных электродинамических процессов в магнитопроводе СЭУ. Для реализации предлагаемого

принципа СЭУ комплектуется блоком вибраторных С-антенн, охватывающих магнитопровод СЭУ и выполненных в виде разъемного пространственного конденсатора, на внешней поверхности несущего диэлектрического основания которого находятся многосекционные, пространственно распределенные обкладки, к которым подключен внешний источник низковольтного ВЧ-напряжения. При работе СЭУ в его магнитопроводе одновременно будут существовать два независимых электродинамических процесса: низкочастотный, определяемый рабочим током СЭУ, и высокочастотный, возбуждаемый С-антеннами. СЭУ при этом выступает в качестве электромагнитного датчика, регистрирующего необходимые параметры высокочастотных электродинамических процессов, которые определяются как состоянием магнитопровода СЭУ, так и текущим состоянием самой СЭУ. На базе уравнений Максвелла и теоремы Умова-Пойнтинга получены математические модели, описывающие физические процессы, происходящие в рассматриваемой электромагнитной системе с учетом конструктивных особенностей СЭУ и блока вибраторных С-антенн. Предложен вариант схемотехнического решения предлагаемой системы контроля СЭУ, который позволяет регистрировать различные информативные параметры, непосредственно связанные с текущим состоянием СЭУ. Предложенная концепция построения системы контроля и управления является универсальной, фактически не имеющей ограничений в применении к различным видам СЭУ и может найти широкое применение в соответствующих отраслях промышленности для контроля параметров электромагнитных муфт и тормозов, электромагнитных клапанов, линейных позиционеров, блокировочных устройств и т.п.

Ключевые слова: силовое электромагнитное устройство, электромагнитная муфта, магнитопровод, блок вибраторных С-антенн, вектор Умова-Пойнтинга.

We consider the new concept of the principle of the construction of power electromagnetic devices (PED) monitoring system, based on the use of additional high-frequency electromagnetic core processes in PED. To implement the principle of the proposed PED unit is equipped with dipole antennas C-covering magnetic PED and embodied as detachable spatial condenser on the outer surface of the carrier which are the base of the dielectric multi-section, the spatial distribution of the electrode, which is connected to an external source of low-voltage high-frequency voltage. When working in the magnetic PED while there will be two completely independent from each other electrodynamic processes: low frequency, PED defined operating current and high-frequency excited C-antennas. PED thus acts as an electromagnetic sensor that registers the necessary parameters of high-frequency electrodynamic processes, which are

defined as the state of the magnetic PED, and the current state of the PED. On the basis of Maxwell's equations and theorems Umov Poynting-derived mathematical models describing the physical processes occurring in the given electromagnetic system taking into account the structural features of the SPP and the vibrator unit C-antennas. A variant of circuit solutions proposed EMS control system, which allows you to record different informative parameters directly related to the current state of the SPP. The proposed concept of building control system is universal, in fact has no limitations when applied to different types of EMS and can be widely used in the relevant industries for the control of the parameters of electromagnetic clutches and brakes, electromagnetic valves, linear positioners, locking devices, etc.

Key words: electromagnetic force device, electromagnetic clutch, magnetic circuit, unit of dipole C-antennas, vector Umov-Poyntings.