

Мусаджанова Наргиза Абдувохид кизи

Ассистент кафедры Электроники и Радиотехники (ЭиР) Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммад ал-Хоразми
Тел.: +998 (99) 8869750
Эл. почта: ms.nargizauz@mail.ru

**Yu.V. Piseskiy, A.R. Talipov, X.F. Alimdjanov,
A.O. Muxamedaminov, N.A. Musadjanova,
G.N. Suleymanova**

Methods of technical control of automatic systems

The proposed article includes one of the most important modern trends in radio electronics the control of automatic

radio electronic systems. The process of technical diagnosis of electronic systems is given. Automatical control systems are proposed that carry out automatic monitoring of parameters of electronic systems, technical diagnostics systems, establishing the fact of operability and identifying a failing part of location, as well as localization defects.

Combinational methods and sequences are used in troubleshooting, in accordance with so search program is developed.

Keywords: technical diagnostics, automatical control system, failing part, localization defects.

УДК 621.314:621.33:656.2

Сафаров А.М., Саттаров Х.А.

Вопросы поискового проектирования электромагнитных преобразователей больших токов

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы практической реализации методов поиска и синтеза новых технических решений, позволяющих резко увеличить количество синтезируемых вариантов преобразователей тока и в конечном итоге выбрать их конструкции с требуемыми характеристиками

Ключевые слова: преобразователи тока, проектирование, методы, параметры, структурные схемы, конструкция, синтез.

1. Введение

Потребность в первичных преобразователях тока стремительно растет в связи с быстрым развитием микропроцессорных автоматизированных систем контроля и управления устройствами электроснабжения железнодорожного транспорта, переходом к гибким автоматизированным производствам. Такие преобразователи, помимо высоких метрологических характеристик, должны обладать высокой надежностью, широким диапазоном преобразования, стабильностью, малыми габаритными размерами. Этим требованиям в большей степени удовлетворяют электромагнитные преобразователи больших токов. Возросшие требования рынка вынуждают производителей интенсивно расширять номенклатуру серийно выпускаемых преобразователей больших токов.

2. Анализ методов поиска и синтеза новых технических решений

По данным НИИ Физических исследований (НИИФИ) [1] в настоящее время известно более 400 физических явлений, которые могут быть положены в основу создания современных средств измерений - первичных измерительных преобразователей.

Наиболее трудоемким и длительным является начальный этап проектирования, на котором необходимо определить физический принцип действия и конструктивную реализацию первичного преобразователя [2].

Поэтому актуальной является автоматизация начальных этапов проектирования, выбора принципов действия преобразователей с применением мощной базой знаний о физико-технических эффектах (ФТЭ). Такие системы позволяют: сократить время и трудоемкость создания нового изделия, оперативно адаптироваться к изменениям рынка, быстро обучать специалистов.

В результате проведения сравнительного анализа существующих автоматизированных систем поиска новых технических решений, основанных на работе с базами знаний по физическим эффектам и явлениям, были выявлены методы и модели описания физических эффектов, участвующих в синтезе технического решения. Установлено, что наиболее эффективными являются следующие

модели и методы: формализованное описание естественно-научных и научно-технических эффектов на основе онтологии научно-технических характеристик (Башмаков А.И., Владимиров А.И.), теория решения изобретательских задач - первое и второе поколение (Альтшуллер Г.С.), обучающие САЕ системы (на примере системы ILEM2001, разработанной на базе университетов "Pierre et Marie Curie" (Париж, Франция) и «Valahia» (Румыния)), системы конечно элементного анализа, т.е. исследования свойств объекта или процесса путем создания и решения адекватной математической модели (COMSOL Multiphysics), энерго-информационная модель цепей различной физической природы и аппарат параметрических структурных схем (Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю.), методы поискового конструирования (Половинкин А.И., Камаев В.А.), комбинаторный метод поиска принципов действия (Глазунов В.Н.).

Изучение и сравнения функциональных возможностей этих систем показали, что большинство систем стремится к универсальности, поэтому при синтезе решений в них не может применяться математический аппарат для расчета эксплуатационных характеристик.

Энерго-информационная модель цепей [3] позволяет перейти к структурно-формализованному описанию процессов в технических устройствах с помощью параметрических структурных схем (ПСС).

Для составления ПСС элементов и устройств систем управления, использующих ФТЭ между цепями различной физической природы, их представляют в виде элементарных преобразований величин одной физической природы в величины или параметры другой физической природы.

В настоящей работе, с учетом того, что преобразователи, построенные на основе двух (электрической и магнитной) цепей, отвечают наибольшим требованиям систем контроля и управления, рассмотрены некоторые физические эффекты между электрической и магнитной цепями и внутри каждой цепи. К ним относятся:

физические эффекты между магнитными и электрическими цепями, такие как эффект Холла

$(U_3 = K_{q\mu} U_2 \cdot q_\mu)$, эффект магнитосопротивления или магниторезистивный эффект ($R_3 = K_{q\mu} R_2 \cdot q_\mu$), эффект электромагнитной индукции ($U_3 = K_{I\mu} U_2 \cdot I_\mu$), эффект магнитодвижущей силы ($U_\mu = K_{I\mu} U_2 \cdot I_3$); физические эффекты между электрическими цепями: эффект Холла ($U_3 I = K_{I_3} U_2 I_3$), эффект электрического поля ($G_3 = K_{q_3} G_2 \cdot q_3$); физические эффекты между магнитными цепями: эффект магнитной модуляции при слабом подмагничивании ($C_\mu \approx K_{q\mu} I$), при сильном подмагничивании ($W_\mu = K_{q\mu} I \cdot W_{\mu 2}$).

Принципы построения параметрических структурных схем ЭМПБТ построенных на основе выше перечисленных зависимостей и эффектов, приведены на рис.1.

Каждая структурная схема, по существу, раскрывает тот или иной принцип действия ЭМПБТ. Величины различной физической природы, указанные в горизонтальном направлении со знаком (\approx) приложены на те параметры структурной схемы на которых производится модуляция постоянного магнитного потока, создаваемого преобразуемым постоянным током. В случае, преобразования переменного тока необходимость в модуляции отпадает.

Следует отметить, что число структурных схем может быть увеличено с учетом межцепных переходов,

представленной в виде топограммы. При этом преобразователь рассматривается как совокупность простейших звеньев, каждое из которых отражает элементарное преобразование одной величины в другую величину или параметр.

Коэффициенты передач этих звеньев являются либо параметры цепи, если соответствующие звенья отражают преобразования в рамках цепи одной физической природы, либо коэффициент межцепных физических эффектов, если звенья отражают преобразования величин одной физической природы в величину или параметр другой физической природы.

Графически совокупность элементарных внутрицепных зависимостей представляется топограммой. Топограмма внутрицепных зависимостей для цепей различной физической природы, связанные между собой графическими обозначениями межцепных физических эффектов, образуют обобщенную топограмму внутрицепных зависимостей и межцепных физических эффектов. Топограммы внутрицепных зависимостей одинаковы для всех цепей различной физической природы.

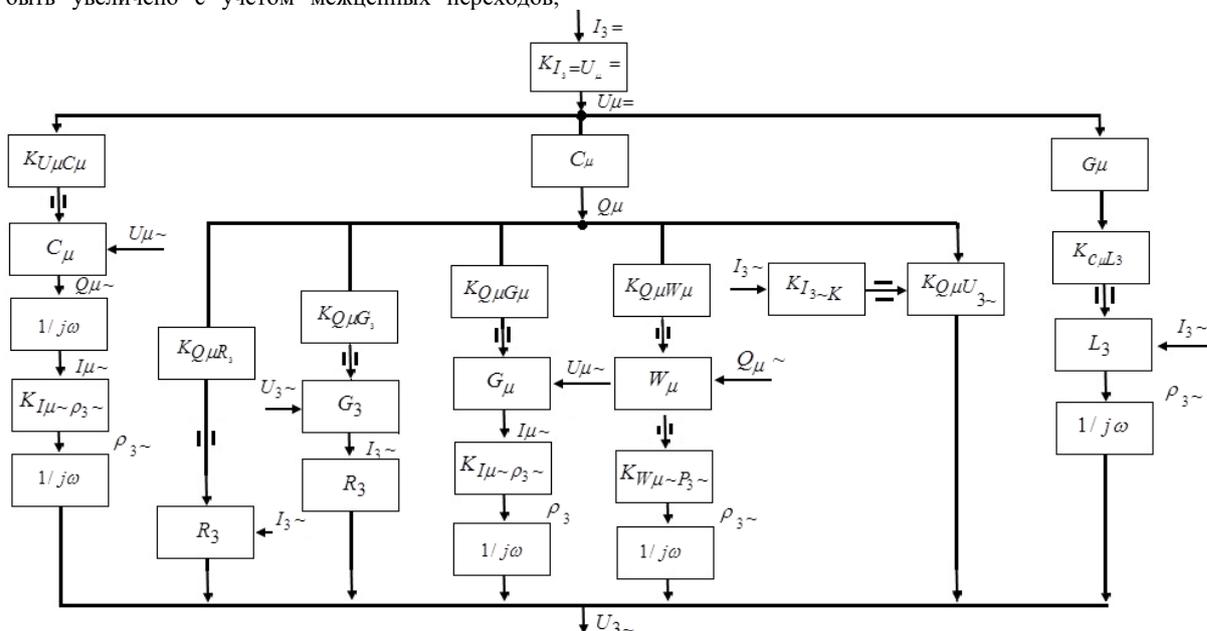


Рис.1. Принципы построения параметрических структурных схем ЭМПБТ

В работе [5] показано, что из топограммы зависимостей всего двух различных цепей - электрической и магнитной - количество возможных вариантов структурных схем преобразователя электрического тока в электрическое напряжение весьма велико.

В случае использования трех цепей различной природы (оптической-магнитной-электрической, механической-магнитной-электрической или ядерной-магнитной-электрической) количество возможных вариантов структурных схем преобразователя электрического тока в электрическое напряжение превышает семизначную цифру.

Для определения множества конструктивных реализаций, соответствующих каждому ФТЭ, используется метод морфологического анализа и синтеза технических решений [6]. Согласно этому методу этап составления морфологической матрицы (ММ), т.е. получение обобщенного описания всех конструктивных реализаций технического устройства, называется морфологическим

анализом, а этап извлечения из ММ конструктивных реализаций технического устройства – морфологическим синтезом.

Морфологическая матрица для синтеза ЭМПБТ выбранной ПСС показана на рис. 2.

В ней количество классификационных признаков равно количеству ФТЭ и параметров ПСС, а количество возможных реализаций каждого ФТЭ или параметра – количеству отдельных и парных противоречивых характеристик, например, чувствительности (S), погрешности (γ), нелинейности (\mathcal{E}), чувствительности – цене (S–Ц), погрешности – цене (γ –Ц) и т.д. Общее число возможных конструктивных реализаций синтезируемого ЭМПБТ равно $N = 5 \cdot 5 \cdot 5 = 125$.

Ранжировка значений морфологических признаков осуществлена при следующих допущениях: 1) каждое значение морфологического признака можно оценивать независимо от значений других признаков; 2) морфоло-

гические признаки обладают теми же характеристиками, что и сам ФТЭ. Исходя из принятых допущений, значения каждого морфологического признака ранжируются по выбранным характеристикам на основе метода парных сравнений для нестрогого ранжирования [2, 4].

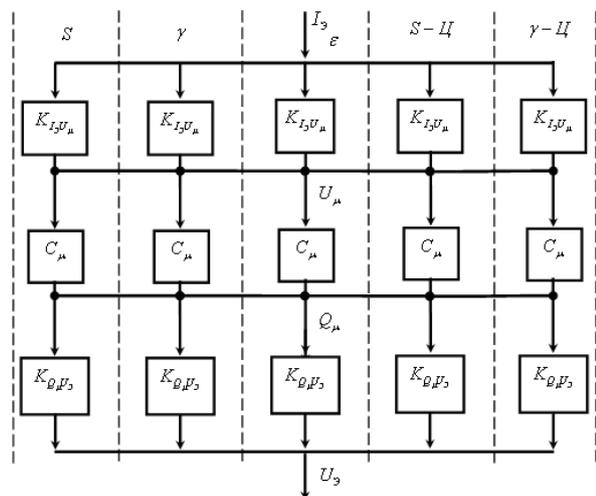


Рис. 2. Морфологическая матрица для синтеза ЭМПБТ

Этот метод для оценки значений морфологических признаков реализуется следующим образом: на основе парного сравнения каждого значения морфологического признака с каждым строится матрица сравнений $A_{ij}(i=1, n; j=1, n)$. Для каждого признака строится отдельная матрица. Элементы главной диагонали приравняются к нулю. Если i -е значение признака лучше j -го значения по рассматриваемой характеристике $A_{ij}=1$, в противном случае $A_{ij}=0$. Далее строится строка-матрица B_i , элементами которой являются суммы элементов в каждой строке, т.е.

$$B_i = \sum_{j=1}^n A_{ij}$$

Все n элементов упорядочиваются в соответствии с величиной B_i . На первое место ставится элемент, у которого элемент B_i – максимальный и т.д. Строится соответствующая матрица C_i . Элементы строки-матрицы C_i заносятся в морфологическую матрицу.

Например, по нелинейности для морфологической матрицы, представленной на рис. 2, упомянутые матрицы для признака – ФТЭ ампер-витков имеют следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Пусть необходимо синтезировать ЭМПБТ с максимально возможной чувствительностью [7]. Оценка значений признаков осуществляется методом парных сравнений для нестрогого ранжирования. Делается предположение, что вариант, фиксирующий в морфологической матрице наилучшие значения, будет наилучшим с точки зрения искомой цели. В каждой морфологической матрице на каждой строке фиксируется значение признака, для которого чувствительность является наибольшей.

Для рассматриваемого ЭМПБТ получаем следующее сочетание значений признаков: исполнение ФТЭ

ампервитков – многovitковый сердечник с общей обмоткой, исполнение параметра магнитной емкости – сердечник с высоким значением магнитной проницаемости, эффекта Холла – электромагнитной индукции – многovitковый сердечник с общей входной обмоткой. В результате морфологического синтеза получаем конструкцию ЭМПБТ [8] с широким диапазоном преобразования и высокой регулируемой чувствительностью, представленную на рис.3.

Конструкция состоит из двух С-образных магнитопроводов 1 и 2, соединенных между собой ферромагнитными перемычками 3 и 4, параллельность которых обеспечивается с помощью клиньев 5 и 6 из изоляционного материала. ЭХ 7 расположены в воздушном зазоре между перемычками 3 и 4 и соединены между собой последовательно-согласно (рис. 3, б).

На магнитопроводах 1 и 2 расположены входные обмотки 8, которые в зависимости от величины преобразуемого тока могут быть выполнены в виде одной шины 9.

При подаче преобразуемого тока во входные обмотки в С-образных сердечниках создаются МДС $U_{\mu 1}$ и $U_{\mu 2}$, практически равные по величине и встречные по направлению. Под действием этих МДС в магнитопроводах образуются магнитные потоки $Q_{\mu 1}$ и $Q_{\mu 2}$, направленные также взаимно встречно, предотвращают насыщение магнитопровода 1 и 2 (за исключением случая выполнения входной обмотки в виде шины).

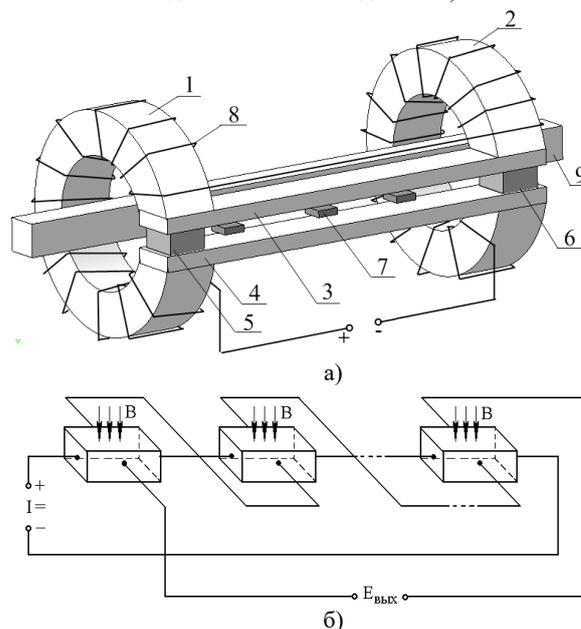


Рис. 3. Конструкция ЭМПБТ с широким диапазоном преобразования и высокой регулируемой чувствительностью

Лишь незначительные части этих потоков $Q_{\mu 01}$ и $Q_{\mu 02}$, величины которых определяются МДС $U_{\mu 1}$ и $U_{\mu 2}$ и магнитным сопротивлением воздушного зазора между ферромагнитными перемычками 3 и 4, замыкаются через воздушный зазор в согласном направлении. Этот магнитный поток $Q_{\mu 0} = Q_{01} + Q_{02}$, пропорциональный преобразуемому току, пронизывает ЭХ 7 и в результате этого на выходе ЭХ появляется ЭДС, пропорциональная магнитному потоку $Q_{\mu 0}$, которая определяется по формуле

$$E_{\text{вых}} = K_n I_x \frac{Q_{\mu 0}}{S_{\mu \delta}} n \quad (1)$$

Из последнего уравнения видно, что величина оказывается пропорциональной входному току, а чувствительность определяется количеством ЭХ (n), включенных последовательно.

ЭМПБТ с успехом может применяться для преобразования очень больших, даже сверхбольших токов. Вместе с тем он имеет чувствительность, величина которой может быть регулирована набором последовательно соединенных ЭХ.

Таким образом, совместное применение энергоинформационного и морфологического методов поискового проектирования для разработки новых конструкций путем составления морфологических матриц для каждого физико-технического эффекта параметрической структурной схемы ЭМПБТ позволяет резко увеличить количество синтезируемых вариантов преобразователей тока и в конечном итоге выбрать их конструкции с требуемыми характеристиками.

Литература

[1] Mokrov E.A. 40 let nauchno-proizvodstvennoy deyatelnosti NII Fizicheskix issledovaniy (NIIFI)/Mokrov E.A.// Datchiki i sistemi. – 2000. №7. – С.3-14. (Mokrov E.A. 40 years of scientific activity of the scientific research institute of physical research (NIIFN)/ Mokrov E.A.// Sensors and systems 2000. №7. С. 3-14)

[2] Azimov R.K. Prinsipii postroeniya i proektirovaniya pervichnix preobrazovateley s raspredelyonnimi parametrami dlya system kontrolya i upravleniya. Avtoreferat diss. dokt. texn. nauk, TGTU, 1993. – 32 S. (Azimov R.K. Principles of construction and design of primary converters with distributed parameters for monitoring and control systems. Abstract diss.doc. tech. sciences TSTU, 1993. – 32 p.)

[3] Zaripov M.F., Zaynullin N.R., Petrova I.Yu. Energoinformatsionnyy metod nauchno-texnicheskogo tvorchechestva. – M.: VNIPI GKNT, 1988. – 124 s. (Zaripov M.F., Zaynullin N.R., Petrova I.Yu. Energy-information method of scientific and technical creativity. – M: VNIPI GKNT, 1988. - 124 p.)

[4] Zaripov M.F. Metod parnix sravneniy pri otsenke ekspluatSIONNIX karakteristik texnicheskix realizatsiy elementov system upravleniya/ M.F. Zaripov, V.M. Zaripova// Datchiki i sistemi. – 2004. - №3 – S. 31-34. Zaripov M.F. The method of pair comparisons of the technical characteristics of

real-time and your control systems M.F. Zaripov, V.M. Zaripova// Sensors and systems 2004. №3. С. 31-34

[5] Juraeva K.K. Magnitoupругie datchiki usilii dlya system kontrolya i upravleniya obektami jeleznodorozhnogo transporta. Avtoref. diss. dokt. filosofii (PhD) po texnicheskim naukam, Tashkent, TGTU, 2019. – 45s. Jurayeva K.K. Magnetoelastic sensors for systems of monitoring and control of railway transport facilities. Abstract diss. doctor of philosophy (PhD) of the technical science, Tashkent, TSTU, 2019. – 45p.

[6] Texnicheskie tvorchestvo: teoriya, metodologiya, praktika: Entsik. slovar-spravochnik/ Pod. red. A.I. Polovinkina, V.V. Popova. – M.: Inform-sistema; Nauka.: Logos, 1995. – 410 s. – ISBN 5-88439-006-8 (Technical creativity theory, methodology, practice: Encyclopedia word reference/ Edit by. A.I. Polovinkina, V.V. Popova. - M: Inform-sistema; Nauka.: Logos, 1995. – 410 p. – ISBN 5-88439-006-8)

[7] Patent RUz. №03858. Transformator toka / Amirov S.F., Khalikov A.A., Safarov A.M., Xushboqov B.X., Shoyimov Y.Yu., Balgaev N.E. // Rasmiy axborotnoma. – 2009. – №1. (Patent of the republic of Uzbekistan №03858. Current transformer/ Amirov S.F., Khalikov A.A., Safarov A.M., Xushboqov B.X., Shoyimov Y.Yu., Balgaev N.E. Official gazette – 2009. – №1.)

Сафаров Абдурауф Маликович

К.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение железных дорог» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта.

Саттаров Хуршид Абдишукорович

К.т.н., доцент кафедры «Система энергообеспечения» Ташкентского университета информационных технологий им. Мухаммада ал-Хоразми.

Тел.: +998907888556

Эл. почта: sattarov.khurshid@mail.ru

Safarov A.M., Sattarov Kh.A.

Question of the search design electric converter of the high current of transducers

Abstract: The article discusses the practical implementation of methods for searching and synthesizing new technical solutions, allowing us to dramatically increase the number of synthesized variants of current transducers and ultimately select their design with the required characteristics.

Keywords: current transducers, design methods, parameters, block diagrams design, synthesis.

УДК 621.315.592

Таджиев А.А., Худойберганов Ш.К., Комилжонов А.У.

Исследование эффекта холла в соединениях бора вида MB_{66} (М - РЗЭ)

Аннотация. В работе исследованы электропроводность, эффект Холла и термо ЭДС соединений бора с редкоземельными элементами с целью получения информации о механизме проводимости. Показано, что с точки зрения «аморфной концепции», на основе которой объяснялись особенности свойств бора и боридов со сложными кристаллическими решетками, рассматриваемые соединения по своим свойствам оказались наиболее близкими к аморфным материалам.

Ключевые слова: электропроводность, ромбоэдрический бор, соединение бора с редкоземельными элементами, холловская подвижность, аморфная концепция, эффективная масса, плотность состояний, переменная энергия активации, термо ЭДС.

Введение. Тугоплавкие соединения бора вида MB_{66} (М - РЗЭ) представляют собой весьма интересные объекты исследований. Действительно, малое по составу содержание в этих соединениях атомов РЗЭ радикально изменяет их кристаллическую структуру по сравнению с

кристаллической структурой β -ромбоэдрического бора. В отличие от β -ромбоэдрического бора MB_{66} кристаллизуется в кубической структуре, причем элементарная ячейка содержит 1600 атомов (вместе 105 в