



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G09B 23/18 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019123419, 25.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.07.2019

Дата регистрации:
03.03.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.07.2019

(45) Опубликовано: 03.03.2020 Бюл. № 7

Адрес для переписки:

620049, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул.
Лодыгина, 15, а/я 78, Патент Фэмили Груп,
Роднину А.В.

(72) Автор(ы):

Давыдов Денис Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Давыдов Денис Александрович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: EP 1348209 B1, 04.07.2007. RU 186799
U1, 04.02.2019. RU 181254 U1, 06.07.2018. RU
2636020 C1, 17.11.2017. RU 165792 U1, 10.11.2016.
FR 2412128 B1, 22.08.1980. GB 2259177 A,
03.03.1993. EP 3363514 A1, 22.08.2018.

(54) Способ симуляции электрической схемы, система для его осуществления и симулирующий компонент

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам симуляции электрических схем, а именно к способу симуляции электрической схемы, системе для его осуществления и симулирующему компоненту, и может быть использовано в образовательной деятельности в качестве обучающего устройства, игрового конструктора, макетной платы, испытательного стенда для обучения схемотехнике. Технический результат, достигаемый при осуществлении настоящего изобретения, заключается в расширении функциональных возможностей по реализации симуляции электрической схемы. В соответствии с первым аспектом изобретения заявлен способ симуляции электрической схемы, предназначенный для выполнения вычислительным комплексом, который электрически связан с по меньшей мере одним симулирующим компонентом, при этом способ включает: обеспечение по меньшей мере одной электромагнитной связи между по меньшей мере двумя симулирующими компонентами, из которых по меньшей мере один электрически

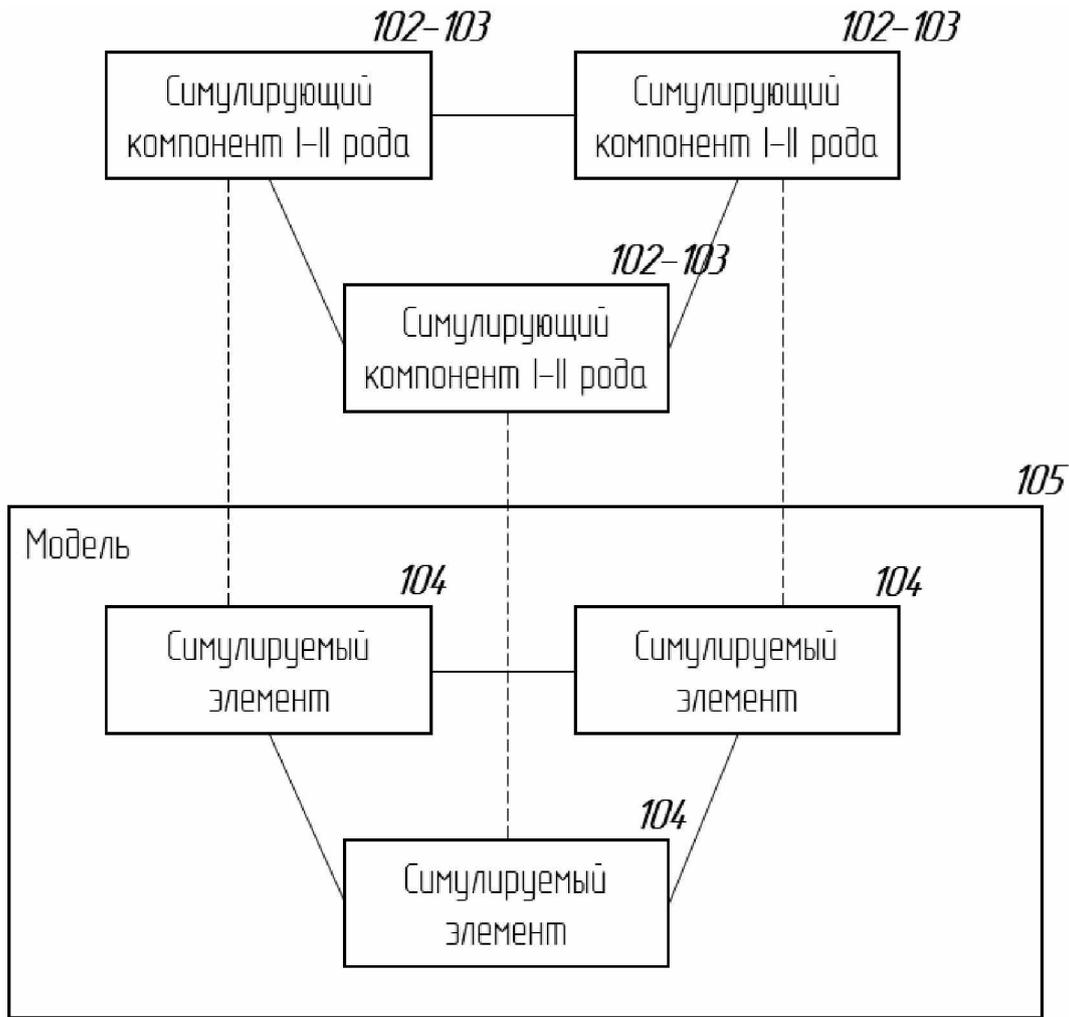
связан с вычислительным комплексом; установление соответствия между каждым связываемым электромагнитной связью симулирующим компонентом и симулируемым элементом электрической схемы; компьютерное моделирование симулируемой электрической схемы, состоящей из электрических элементов, соответствующих связываемым симулирующим компонентам, и составленной таким образом, что каждой электромагнитной связи между симулирующими компонентами соответствует электрическая связь между симулируемыми ими элементами электрической схемы; воспроизведение пользователю результатов компьютерного моделирования симулируемой схемы. В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения заявлена система симуляции электрической схемы для осуществления заявленного способа, состоящая из электрически связанных между собой вычислительного комплекса, источника питания и симулирующих компонентов первого рода, при этом каждый симулирующий компонент первого

RU 2 715 794 C1

RU 2 715 794 C1

рода представлен участком общей для всех таких компонентов диэлектрической пластины с расположенными на таком участке по меньшей мере одним блоком электромагнитного взаимодействия и по меньшей мере одним средством фиксации, при этом блоки электромагнитного взаимодействия и средства фиксации каждого симулирующего компонента первого рода расположены на общей для них диэлектрической пластине с образованием прямоугольной сетки, а каждый блок электромагнитного взаимодействия позволяет

устанавливать электромагнитную связь с симулирующим компонентом, отличным от симулирующего компонента, частью которого такой блок является. В соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения заявлен симулирующий компонент второго рода, выполненный с возможностью взаимодействия с заявленной системой симуляции электрической схемы, содержащий функциональный блок, связанный с по меньшей мере одним блоком электромагнитного взаимодействия, и средство фиксации. 3 н. и 51 з.п. ф-лы, 8 ил.



ФИГ. 1В

RU 2715794 C1

RU 2715794 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G09B 23/18 (2019.08)

(21)(22) Application: **2019123419, 25.07.2019**

(24) Effective date for property rights:
25.07.2019

Registration date:
03.03.2020

Priority:

(22) Date of filing: **25.07.2019**

(45) Date of publication: **03.03.2020** Bull. № 7

Mail address:

**620049, Sverdlovskaya obl., g. Ekaterinburg, ul.
Lodygina, 15, a/ya 78, Patent Femili Grup, Rodninu
A.V.**

(72) Inventor(s):

Davydov Denis Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Davydov Denis Aleksandrovich (RU)

(54) **ELECTRICAL CIRCUIT SIMULATION METHOD, SYSTEM FOR ITS IMPLEMENTATION AND A SIMULATION COMPONENT**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electric circuits simulation means, namely to electrical circuit simulation method, system for its implementation and simulation component, and can be used in educational activities as a training device, game designer, breadboard, test bench for training circuitry. In compliance with first aspect of invention, electric circuit simulation method is proposed, which is intended for implementation by computer complex, which is electrically connected with at least one simulation component, wherein method includes: providing at least one electromagnetic link between at least two simulating components, of which at least one is electrically connected to computer system; establishing correspondence between each associated electromagnetic linkage simulation component and simulated element of electric circuit; computer simulation of a simulated electrical circuit consisting of electrical elements corresponding to the associated simulating components, and configured such that each electromagnetic link between the simulating components corresponds to an electrical connection

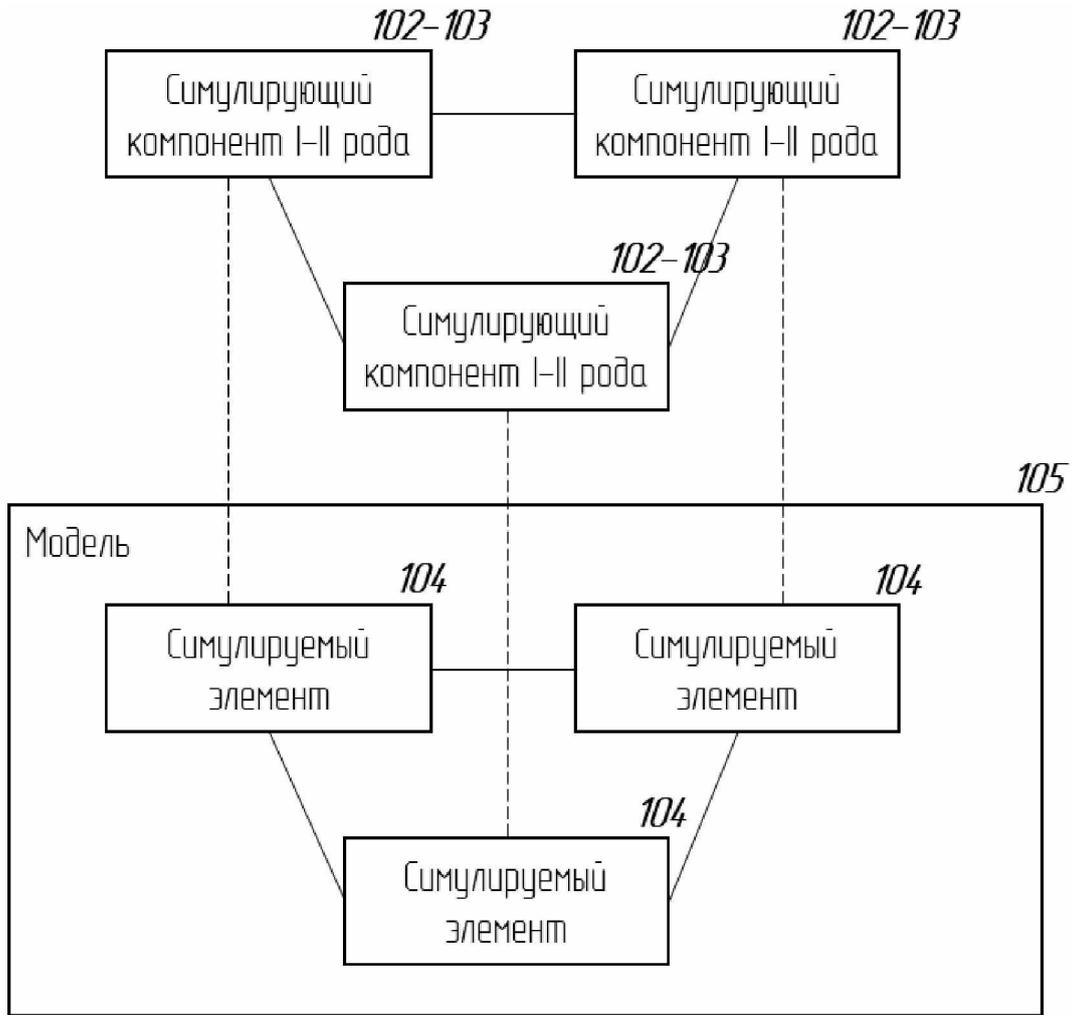
between the elements of the electrical circuit they are simulating; reproduction of simulated circuit simulation results to user. In accordance with the second aspect of the present invention, a system for simulating an electrical circuit for implementing the disclosed method, comprising an electrically interconnected computer system, a power supply and a first-type simulating component, wherein each fictitious component of the first kind is represented by a section of a common for all such components of the dielectric plate with at least one electromagnetic interaction unit and at least one fixing means located on such a portion, at that, electromagnetic interaction units and fixation means of each fictional component of the first kind are located on common for them dielectric plate with formation of rectangular grid, and each electromagnetic interaction unit makes it possible to establish an electromagnetic coupling with a simulation component, different from the simulating component, part of which such unit is. According to the third aspect of the present invention, a simulating second-kind component is disclosed, configured to interact with the proposed electric circuit

simulation system, comprising a functional unit connected to at least one electromagnetic interaction unit, and a locking means.

EFFECT: technical result achieved when realizing

the present invention consists in broader functional capabilities in electric circuit simulation.

54 cl, 8 dwg



ФИГ. 1В

RU 2715794 C1

RU 2715794 C1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к средствам симуляции электрических схем, а именно к способу симуляции электрической схемы, системе для его осуществления и симулирующему компоненту, и может быть использовано в образовательной деятельности в качестве обучающего устройства, игрового конструктора, макетной платы, испытательного стенда для обучения схемотехнике.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Для целей содействия обучению схемотехнике и моделированию электрических цепей разработаны различные обучающие наборы, содержащие опорную плоскость с размещенным на ней рабочим полем и устанавливаемыми на таком рабочем поле электрические блоки, снабженные реальными приборами, являющимися распространенными элементами электрических цепей. Например, такие наборы раскрыты в патенте на изобретение FR2412128 (МПК G09B23/18, дата публикации 22.08.1980) и заявке на патент GB2259177 (МПК G09B1/08, дата публикации 03.03.1993).

В обоих известных аналогичных технических решениях используется магнитная опорная подложка, позволяющая размещать электрические блоки с магнитным средством фиксации в произвольном порядке. Такая подложка может быть также разлинена в виде прямоугольной сетки, чтобы иметь возможность устанавливать электрические блоки в определенных клетках. Электрические блоки могут быть связаны между собой при помощи сегментов электрического провода. За счет использования проводящих материалов в электрических блоках обеспечивается протекание электрического тока в собранной цепи при подключении этой цепи к источнику питания. Использование магнитов в качестве средства фиксации элементов на подложке предотвращает случайное их смещение и позволяет зафиксировать опорную подложку с размещенными на ней блоками на любой наклонной поверхности.

Похожий принцип реализован в электронном конструкторе, раскрытом в патенте РФ на полезную модель RU186799 (МПК А63Н 33/04, дата публикации: 04.02.2019). В известном решении используются дискретные радиоэлектронные элементы, которые предназначены для сбора электрической цепи на рабочем поле. Используемые в известном конструкторе решения обеспечивают совместимость с микропроцессорными платами, прежде всего Arduino, и с другими обучающими наборами.

Другим образом сбор электрической цепи из оконечных и проводящих компонентов, предложен в патенте РФ на полезную модель RU174016 (дата публикации: 25.09.2017, патент-аналог опубликован как EP3363514, дата публикации 22.08.2018). Известное устройство содержит источник электропитания, состоящий из подложки, на верхней стороне которой расположены крепежные штыри, а на нижней – крепежные отверстия, и корпуса с установленным в нем процессором и разъемом USB. Упомянутые штыри и отверстия, размещенные на подложке, и разъем USB электрически связаны с процессором. Устройство размещают на макетной плате, снабженной установочными штифтами для закрепления на нем источника питания и проводящих и оконечных компонентов. Эти компоненты также имеют крепежные штыри и отверстия, позволяющие присоединять их к штырям и отверстиям подложки с образованием электрического контакта. Разъем USB предназначен для передачи и записи в процессор рабочей программы, отредактированной на внешнем электронном устройстве, например, персональном компьютере.

В еще одном примере, известном из патента на изобретение EP 1348209 (МПК G09B23/185, дата публикации 01.10.2003), раскрыта макетная плата для образовательных целей, при помощи которой возможен сбор электрических цепей, состоящих из электронных

блочных компонентов. Макетная плата состоит из корпуса, сборочной панели со множеством перемежающихся контактных площадок, образующих на этой панели прямоугольную сетку. Контактные площадки включают по пять контактных выводов, определяющих возможное пространственное положение связываемого с ними блочного компонента в четырех возможных направлениях.

В заявке на патент US2002/107679 (МПК G06F3/011, дата публикации 08.08.2002) раскрыт способ создания виртуальных моделей 2D и 3D объектов, собранных из блочных компонентов, установленных на опорной плате. Опорная плата снабжена множеством контактов, каждому из которых соответствует заданное положение на плате. Известный способ предполагает построение виртуальной модели, отражающей компоновку блочных компонентов, установленных на опорной плате на основе данных о местоположении этих компонентов на плате, данных для идентификации компонентов и данных об их свойствах, полученных путем вычислительных операций над значениями тока и напряжения на контактах, связываемых с блочными компонентами.

Также известны обучающие наборы Edison Kit и Tesla Kit компании LightUp, Inc. (режим доступа: <https://www.lightup.io/app>, дата обращения: июль 2019). Набор содержит реальные электрические компоненты, связываемые посредством магнитов для сбора электрической схемы. При наведении пользователем на собранную электрическую схему камеры планшета специальное программное обеспечение позволяет визуализировать протекающие внутри схемы токи и проверять правильность сборки. При этом входящие в эти наборы компоненты не связаны с вычислительным комплексом и не находятся под его управлением. Необходимость держать на столе и постоянно наводить на собранную схему камеру планшета вызывает неудобство и риск повреждения планшета.

Также известно, что при обучении схемотехнике и программированию с использованием микроконтроллеров, например, Arduino, используют беспаячные макетные платы, с использованием которых собирают электрические цепи из реальных проводящих электрических компонентов, таких как светодиоды, кнопки, конденсаторы и тому подобных. Такой подход позволяет компоновать несложные электрические цепи для включения и выключения светодиодов, подключения датчиков температуры и влажности, фоторезисторов, а также управлять такими компонентами, например, варьировать яркость светодиода с использованием программной среды Arduino (Источники: Nussey J. Arduino for dummies. – John Wiley & Sons, 2013; Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. 2 изд. – БХВ-Петербург, 2015.).

Однако технические решения, известные из уровня техники, характеризуются рядом недостатков, среди которых, в первую очередь, необходимость использования дорогих или легко повреждаемых приборов, например, быстрых конденсаторов большой емкости или диодов. Другие недостатки заключаются в отсутствии возможности интегрировать собранную электрическую схему с компьютером, который позволил бы автоматически проверять правильность сборки, давать подсказки при неправильной сборке. Некоторые известные технические решения, предназначенные для симуляции работы реальных объектов, ограничены областью их использования, как в случае с заявкой US2002/107679. Это решение не адаптировано для проведения симуляции именно электрических схем, собранных из симулирующих компонентов, и делает невозможным возврат пользователю данных о состоянии собранной электрической схемы, например, протекающих в такой схеме токов и потенциалов в разных ее точках. Указанные недостатки известных технических решений в целом ограничивают их функциональные возможности, необходимые для проведения эффективной симуляции электрической

схемы в образовательных целях с использованием компонентов, имитирующих реальные электрические приборы и элементы электрических схем.

РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 Техническая задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, заключается в создании эффективного и простого в использовании обучающего технического средства, предназначенного для симуляции электрической схемы.

Технический результат, достигаемый при осуществлении настоящего изобретения, заключается в расширении функциональных возможностей по реализации симуляции электрической схемы.

10 В соответствии с первым аспектом изобретения, заявлен способ симуляции электрической схемы, предназначенный для выполнения вычислительным комплексом, который электрически связан с по меньшей мере одним симулирующим компонентом, при этом способ включает:

15 а. обеспечение по меньшей мере одной электромагнитной связи между по меньшей мере двумя симулирующими компонентами, из которых по меньшей мере один электрически связан с вычислительным комплексом;

б. установление соответствия между каждым связываемым электромагнитной связью симулирующим компонентом и симулируемым элементом электрической схемы;

20 с. компьютерное моделирование симулируемой электрической схемы, состоящей из электрических элементов, соответствующих связываемым симулирующим компонентам, и составленной таким образом, что каждой электромагнитной связи между симулирующими компонентами соответствует электрическая связь между симулируемыми ими элементами электрической схемы;

25 d. воспроизведение пользователю результатов компьютерного моделирования симулируемой схемы.

В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения, заявлена система симуляции электрической схемы для осуществления заявленного способа, состоящая из электрически связанных между собой вычислительного комплекса, источника питания и симулирующих компонентов первого рода, при этом каждый симулирующий 30 компонент первого рода представлен участком общей для всех таких компонентов диэлектрической пластины с расположенными на таком участке по меньшей мере одним блоком электромагнитного взаимодействия и по меньшей мере одним средством фиксации, при этом блоки электромагнитного взаимодействия и средства фиксации каждого симулирующего компонента первого рода расположены на общей для них 35 диэлектрической пластине с образованием прямоугольной сетки, а каждый блок электромагнитного взаимодействия позволяет устанавливать электромагнитную связь с симулирующим компонентом, отличным от симулирующего компонента, частью которого такой блок является.

40 В соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения, заявлен симулирующий компонент второго рода, выполненный с возможностью взаимодействия с заявленной системой симуляции электрической схемы, содержащий функциональный блок, связанный с, по меньшей мере, одним блоком электромагнитного взаимодействия, и средство фиксации.

45 При исследовании научно-технической и патентной литературы, не была выявлена совокупность признаков, идентичная совокупности существенных признаков, изложенных в формуле настоящего изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На ФИГ.1А-1С представлены блок-схемы способа симуляции электрической схемы.

На ФИГ.2 представлен вариант собственной электрической схемы системы симуляции электрической схемы.

На ФИГ.3 представлен вариант устройства, используемого в системе симуляции электрической схемы.

5 На ФИГ.4 представлена схема размещения блоков электромагнитного взаимодействия на собственной электрической схеме системы симуляции электрической схемы.

На ФИГ.5А-5В представлен пример проведения симуляции электрической схемы с использованием учебного программного обеспечения для варианта осуществления
10 настоящего изобретения.

ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Следующее подробное описание настоящего изобретения с ссылкой на сопроводительные чертежи представлено для его более ясной иллюстрации. Однако
15 специалистам будет понятно, что изобретательский замысел настоящего изобретения не ограничивается лишь этими конкретными подробностями.

На ФИГ.1А представлена блок-схема способа симуляции электрической схемы в привязке к аппаратно-программному обеспечению заявленного способа симуляции
20 электрической схемы. В основе аппаратно-программного обеспечения лежит вычислительный комплекс 101, представленный микроконтроллером и связанным с ним персональным компьютером.

Еще одним средством для обеспечения заявленного способа являются симулирующие
компоненты, которые могут быть представлены симулирующими компонентами
первого рода 102 или симулирующими компонентами второго рода 103. Симулирующие
компоненты 102-103 предназначены для симуляции реальных элементов, используемых
25 для сбора электрических цепей, и связываемых между собой электрической связью, обеспечивающей протекание электрического тока. Такие элементы будут названы далее по тексту как «симулируемые элементы» 104. Примерами симулируемых элементов 104
могут являться транзисторы, диоды, соединительные провода, датчики. Дополнительно
частями симулирующих компонентов могут являться электросветовые, электрозвуковые,
30 электромеханические и иные устройства. Все симулирующие компоненты первого рода 102 электрически связаны с вычислительным комплексом через последовательно
соединенные переключатели и аналого-цифровые преобразователи, и размещены на
одной общей всех компонентов первого рода 102 диэлектрической пластине. С полюсами
источника питания симулирующие компоненты первого рода 102 электрически связаны
35 через переключатели. Симулирующие компоненты второго рода 103 представлены устройствами, предназначенными для размещения на диэлектрической пластине и их
связывания с симулирующими компонентами первого рода 102 для сбора требуемой
электрической схемы и проведения ее симуляции.

Симулирующие компоненты первого рода 102 представляют собой участки одной
40 диэлектрической пластины, с размещенными на них другими частями таких компонентов, включают в себя связанный с вычислительным комплексом блок электромагнитного взаимодействия, позволяющий устанавливать электромагнитную
связь с по меньшей мере одним из других симулирующих компонентов. Дополнительно
симулирующий компонент первого рода 102 может включать в себя размещенное на
45 участке диэлектрической пластины изображение симулируемого элемента. Например, такое изображение может предполагать схематическое указание на полярность полюса источника питания. При этом симулирующий компонент второго рода 103 также может
содержать схематическое изображение симулируемого им элемента, например, диода

или резистора, в соответствии с принятыми в области радиотехники правилами для условных обозначений электрических элементов электрических цепей.

На ФИГ.1С представлена блок-схема последовательности действий в заявленном способе симуляции электрической схемы. На этапе 110 обеспечивают по меньшей мере одну электромагнитную связь между по меньшей мере двумя симулирующими компонентами, из которых по меньшей мере один электрически связан с вычислительным комплексом. В одном примере электромагнитная связь может быть обеспечена между двумя симулирующими компонентами первого рода 102, при помощи электрического провода. В другом примере электромагнитная связь может быть обеспечена между симулирующим компонентом первого рода 102 и симулирующим компонентом второго рода 103: компонент второго рода 103 «диод» может быть связан с компонентом первого рода 102 «проводник» или с двумя компонентами, один из которых – «проводник», а другой – «полюс источника питания». Здесь и далее название электрического элемента, взятое в скобки, употреблено в значении «пример симулируемого элемента 104», например, «диод» – симулируемый диод. Симулирующие компоненты второго рода 103 выбирают таким образом, чтобы предоставить пользователю возможность собрать произвольную электрическую схему для проведения ее симуляции. При этом одновременно в зависимости от необходимости может быть использовано несколько симулирующих компонентов для сбора одной симулируемой электрической схемы.

Симулирующие компоненты первого 102 и второго рода 103 включают в себя блоки электромагнитного взаимодействия, посредством которых обеспечивают связь между этими компонентами. Симулирующий компонент первого рода 102 включает в себя связанный с вычислительным комплексом 101 блок электромагнитного взаимодействия, позволяющий устанавливать электромагнитную связь с по меньшей мере одним из других симулирующих компонентов. Электромагнитная связь позволяет обеспечить обмен данными между симулирующими компонентами первого 102, второго рода 103 и вычислительным комплексом 101, а также обеспечить электрическое питание симулирующих компонентов второго рода 103 от источника питания через симулирующие компоненты первого рода 102. Каждый блок электромагнитного взаимодействия может являться частью одного, двух или большего числа симулирующих компонентов первого рода 102. При этом в целях компьютерного моделирования электромагнитную связь с таким блоком интерпретируют как электромагнитную связь с по меньшей мере одним из множества симулирующих компонентов, частью которых такой блок является.

В одном варианте осуществления каждый блок электромагнитного взаимодействия выполнен с возможностью обеспечения контактного взаимодействия с симулирующим компонентом. В таком случае блок электромагнитного взаимодействия может быть представлен контактным выводом на диэлектрической пластине. На ФИГ.2 представлена собственная электрическая схема 201 системы симуляции электрической схемы, где контактные выводы пронумерованы позициями 1-30. Такой контактный вывод обеспечивает возникновение электрического контакта с контактными выводами симулирующего компонента второго рода 103 при соприкосновении поверхностей контактных выводов, за счет чего на компонент подается питание и обеспечивается обмен аналоговыми или цифровыми сигналами с вычислительным модулем через аналогово-цифровую преобразователь 202. При этом для возникновения электрической связи достаточно обеспечить контакт симулирующего компонента второго рода 103 с двумя контактными выводами симулирующих компонентов первого рода 102, которые

связаны с разноименными полюсами источника питания.

В другом предпочтительном варианте осуществления каждый блок электромагнитного взаимодействия выполнен с возможностью обеспечения бесконтактного взаимодействия между симулирующими компонентами первого 102 и второго рода 103. В таком случае блок электромагнитного взаимодействия представлен печатной или проволочной катушкой индуктивности. Например, печатная катушка может быть выполнена в виде токопроводящей спиральной дорожки на диэлектрической пластине. При протекании тока вокруг печатной катушки индуцируется электромагнитное поле, позволяющее подавать питание на симулирующий компонент второго рода 103 и обмениваться с ним сигналами. При этом для возникновения электромагнитной связи достаточно обеспечить взаимодействие одной упомянутой катушки, размещенной на диэлектрической пластине, и одной катушки, размещенной на симулирующем компоненте 103. Специалисту будет очевидно, что в настоящем изобретении возможны различные частные варианты осуществления электромагнитной связи, к примеру, обеспечение электромагнитного взаимодействия по способу радиочастотной идентификации RFID (англ. Radio Frequency Identification), при котором симулирующий компонент второго рода 103 может быть снабжен транспондером (RFID-меткой). В таком варианте блоки электромагнитного взаимодействия симулирующего компонента первого рода 102 на участке диэлектрической пластины могут быть представлены считывающими устройствами.

При этом возможны варианты осуществления, в которых часть блоков электромагнитного взаимодействия выполнены с возможностью контактного взаимодействия с симулирующими компонентами, а часть таких блоков – с возможностью бесконтактного взаимодействия. Например, симулирующий компонент второго рода 103 при его размещении на диэлектрической пластине может быть одновременно связан с двумя блоками электромагнитного взаимодействия, выполненных с возможностью контактного взаимодействия, для получения электропитания, и с одним блоком электромагнитного взаимодействия, выполненного с возможностью бесконтактного взаимодействия, для обмена данными с вычислительным модулем 101.

Предпочтительно блоки электромагнитного взаимодействия симулирующих компонентов первого рода 102 могут быть размещены на диэлектрической пластине с образованием прямоугольной сетки, при этом упомянутые блоки оказываются помещенными на пересечениях вертикальных и горизонтальных линий такой сетки по аналогии с широко распространенными безопасными макетными платами, в которых контактные выводы размещены параллельными рядами. Это обеспечивает визуальное удобство при компоновке электрических цепей из симулирующих компонентов второго рода 103, в особенности для пользователей, которые уже имеют навыки сбора электрических цепей на макетных платах. Однако стоит отметить, что в различных вариантах осуществления способа не обязательно должна строго соблюдаться именно прямоугольная форма сетки. В частности, такая сетка может быть выполнена ромбовидной или в форме параллелограмма, или в любой другой интуитивно и визуально воспринимаемой форме, позволяющей удобно компоновать симулирующие компоненты второго рода 102 на поверхности диэлектрической пластины.

Принцип размещения блоков электромагнитного взаимодействия также можно более точно уяснить в соответствии с ФИГ.3, где детально показана фронтальная часть 302 устройства 301, используемого в заявленном способе симуляции электрической схемы и системе для осуществления способа. Фронтальная часть 302 закрывает

диэлектрическую пластину, размещенную в корпусе этого устройства 301, но в то же время делает доступными для пользователя контактные площадки 303, размещенные на диэлектрической пластине и образующие упомянутую прямоугольную сетку. Каждая контактная площадка 303 состоит из блока электромагнитного взаимодействия и средства фиксации симулирующего компонента второго рода 103. Одним из предпочтительных средств фиксации является магнит. Однако специалистам будет понятно, что средство фиксации может быть также выполнено в другом варианте, например, в виде штырей и ответных отверстий, обеспечивающих закрепление симулирующих компонентов второго рода 103 на контактной площадке 303. Также на ФИГ.3 представлены примеры симулирующих компонентов первого рода: симулируемые выходы микроконтроллера 304, симулируемый проводник 305 и симулируемый полюс источника питания 306.

Предпочтительно один симулирующий компонент второго рода 103 может быть связываемым с одним или двумя блоками электромагнитного взаимодействия для обеспечения его электрического питания и обеспечения возможности обмена аналоговыми или цифровыми сигналами. Однако в различных вариантах осуществления может быть обеспечена электромагнитная связь одного симулирующего компонента с произвольным количеством блоков электромагнитного взаимодействия.

Каждый блок электромагнитного взаимодействия характеризуется принадлежностью к по меньшей мере одному симулирующему компоненту и состоянием, указывающим на наличие или отсутствие электромагнитной связи такого блока с другим симулирующим компонентом. На диэлектрической пластине может быть размещена аналоговая, цифровая или аналогово-цифровая схема, посредством которой на вычислительный комплекс 101 передают данные о состоянии всех блоков каждого симулирующего компонента первого рода 102, Принадлежность блока взаимодействия указывает на то, частью какого из взаимодействующих симулирующих компонентов он является. В случае если симулирующий компонент является компонентом первого рода 102, то данные о принадлежности также включают в себя условный номер блока электромагнитного взаимодействия, который может быть выбран из области значений 1-30 на прямоугольной сетке, как это проиллюстрировано на ФИГ.2. Данные о состоянии блока и его принадлежности могут быть переданы на вычислительный модуль в цифровом виде, что обеспечивает получение карты связываемых симулирующих компонентов первого 102 и второго рода 103. Это может быть наиболее предпочтительно в том случае, если блок электромагнитного взаимодействия выполнен с возможностью бесконтактного взаимодействия с симулирующим компонентом, а симулирующий компонент представлен цифровым компонентом, снабженным микроконтроллером, в устройстве памяти которого все данные о нем хранятся в цифровом виде.

При этом такая карта может быть получена и другим образом. Для этого блоки электромагнитного взаимодействия, предпочтительно представленные контактными выводами на диэлектрической пластине, могут иметь разное выполнение, а именно быть представленными блоками взаимодействия первого 211 и второго типа 212. При этом симулирующие компоненты первого рода 102 могут иметь такие размеры и взаимное расположение, при котором блоки электрического взаимодействия первого и второго типа оказываются расположенными на диэлектрической пластине в шахматном порядке. Схема размещения контактных выводов проиллюстрирована чертежом, представленным на ФИГ.4, где ссылочными позициями I-IV отмечены каналы электрической схемы 201, на которых размещены блоки взаимодействия второго типа

212. Используемые в тексте описания и при изложении признаков изобретения в формуле настоящего изобретения термины «вертикальный» и «горизонтальный» следует понимать, как характеризующие возможные положения симулирующего компонента на прямоугольной сетке на плоскости диэлектрической пластины. К примеру, вертикальным положением симулирующего компонента на прямоугольной сетке является его положение при взаимодействии с парой смежных контактных выводов, условные номера которых – 7 (крайний правый контакт во втором ряду прямоугольной сетки) и 13 (крайний правый контакт в третьем ряду этой сетки) на ФИГ.2. В другом примере, горизонтальному положению симулирующего компонента соответствует его положение при взаимодействии с парой смежных контактных выводов, расположенных в одном ряду прямоугольной сетки и условные номера которых – 7 и 8.

Каждый блок электромагнитного взаимодействия первого типа 211 соединен с переключателем, обеспечивающим переключение связи такого блока между полюсом источника питания и аналого-цифровым преобразователем 202, при этом аналого-цифровой преобразователь 202 соединен с вычислительным комплексом 101.

Каждый блок взаимодействия второго типа 212 соединен с одним из четырех независимых электрических каналов, каждый из которых соединен с переключателем, который обеспечивает переключение такого канала между полюсами источника питания.

Электромагнитная связь симулирующего компонента второго рода 103 с симулирующими компонентами первого рода 102 может быть установлена посредством двух блоков электромагнитного взаимодействия разного типа.

При этом каждый блок взаимодействия первого типа 211 и блок взаимодействия второго типа 212 также характеризуются состоянием, указывающим на наличие или отсутствие связи таких блоков с симулирующим компонентом. При установлении состояния блоков электромагнитного взаимодействия второго типа используют данные о состоянии и принадлежности блоков электромагнитного взаимодействия первого типа, данные о размерах и взаимном расположении симулирующих компонентов первого рода, данные о размерах симулирующих компонентов второго рода. Для того чтобы точно определить, какие из возможных блоков изменили состояние, при установлении принадлежности блока электромагнитного взаимодействия, связываемого с симулирующим компонентом, сначала устанавливают принадлежность блока взаимодействия первого типа 211, а затем блока взаимодействия второго типа 212.

Установление принадлежности блока взаимодействия первого типа 211, связываемого с симулирующим компонентом, проводят путем последовательной проверки каждого такого блока 211, заключающейся в переключении каждого из переключателей 213, связанных с блоками первого типа 211. Такая проверка предполагает, что в один момент времени только один из возможных блоков взаимодействия 211 находится в положении связи с вычислительным комплексом 101 через переключатель 213. Если в ходе проверки на АЦП 202 принят сигнал о том, что проверяемый в момент времени блок взаимодействия 211 изменил свое состояние, то установление принадлежности связываемого блока считается завершенным, а на вычислительный комплекс 101 поступают данные о порядковом номере связываемого блока или его координатах (ряд и столбец) или условном номере внутри прямоугольной сетки.

В другом варианте осуществления, установление принадлежности блока взаимодействия первого типа 211, связываемого с симулирующим компонентом, проводят путем последовательной проверки групп из таких блоков 211. К примеру, сначала может быть одновременно проверена первая половина всех блоков 211, затем – вторая половина. Если в ходе проверки группы блоков 211 на АЦП 202 принят сигнал

о том, что в проверяемой в момент времени группе один из блоков 211 изменил свое состояние, то затем эту группу снова разделяют на две части и проверяют каждую из частей до тех пор, пока не будет точно установлена принадлежность связываемого блока.

5 При этом для того чтобы определить, в каком из возможных вертикальном или горизонтальном положении находится симулирующий компонент, установление принадлежности блока взаимодействия второго типа 212, связываемого с симулирующим компонентом, проводят путем последовательной проверки групп из таких блоков 212, при этом каждая из этих групп размещена на одном канале. Учитывая то, что
10 предусмотрено четыре возможных положения симулирующего компонента относительно одного блока первого типа 211, блоки второго типа 212 размещены на четырех каналах I-IV, и каждый такой канал связан с источником питания 203 через переключатель 213. Для того чтобы определить второй контактный вывод из связываемой с симулирующим компонентом пары, последовательно переключают
15 каждый из каналов I-IV, изменяя состояние каждого из четырех переключателей 213. К примеру, если установлена принадлежность первого связываемого с симулирующим компонентом блока первого типа 211 и определен его условный номер 1, то вторым блоком из возможной пары может являться смежный блок 2, расположенный на канале I или смежный блок 7, расположенный на канале III. К примеру, если в ходе проверки
20 группы блоков 212 на АЦП 202 принят сигнал о том, что в проверяемой на момент времени группе блоков 212, размещенной на канале III, один из блоков 212 изменил свое состояние, то установление принадлежности блока второго типа 212 считается завершенной, а на вычислительный комплекс 101 поступают данные о порядковом номере 7 связываемого блока 212.

25 В одном варианте осуществления каждый из упомянутых переключателей 213 может быть представлен реле и/или схемой из полупроводниковых устройств. Переключатели находятся под управлением вычислительного комплекса. В другом варианте может быть реализована более сложная схема из полупроводниковых устройств, обеспечивающая необходимое переключение каждого из блоков электромагнитного
30 взаимодействия.

На этапе 120 осуществляют установление соответствия между каждым связываемым электромагнитной связью симулирующим компонентом и симулируемым элементом электрической схемы. Установление соответствия симулирующего компонента второго
35 рода 103 и симулируемого элемента электрической схемы осуществляют путем получения идентификатора такого симулирующего компонента и сопоставления такого идентификатора с идентификатором в памяти вычислительного комплекса 101. Для некоторых симулирующих компонентов второго рода 103 идентификатор может быть представлен цифровым кодом, хранимым в устройстве памяти такого компонента, для других – аналоговым сигналом, формируемым электрической схемой симулирующего
40 компонента, в еще одном варианте – импедансом электрической схемы симулирующего компонента, в еще одном варианте – шириной и частотой импульсов, формируемых электрической схемой компонента. Установление соответствия 102 может быть проведено по принципу сопоставления с эталоном. При этом эталонное значение идентификатора, необходимое для установления соответствия симулирующего
45 компонента второго рода 103 с симулируемым элементом электрической схемы, может быть сохранено в устройстве памяти вычислительного комплекса 101.

На этапе 130 проводят компьютерное моделирование симулируемой электрической схемы, состоящей из электрических элементов, соответствующих связываемым

симулирующим компонентам, и составленной таким образом, что каждой электромагнитной связи между симулирующими компонентами соответствует электрическая связь между симулируемыми элементами электрической схемы.

Вернемся к ФИГ.1В, на которой представлена блок-схема способа симуляции электрической схемы в привязке к аппаратно-программному обеспечению заявленного способа симуляции электрической схемы. После обеспечения электромагнитной связи между компонентами, получения данных о состоянии блоков электромагнитного взаимодействия, их принадлежности к симулирующим компонентам и установления соответствия симулирующих компонентов симулируемым элементам, осуществляют компьютерное моделирование 105, результатом которого является компьютерная модель, отражающая количественный и качественный состав симулируемой электрической схемы. Для этого на вычислительном комплексе 101 могут быть сохранены алгоритмы расчета электрических схем, например, алгоритм расчета значений токов и потенциалов на симулируемых элементах электрической схемы в соответствии с правилами Кирхгофа.

Для данных о симулируемой электрической схеме, генерируемых на выходах этапов 110, и 102, может быть обеспечена возможность их сохранения в устройстве памяти вычислительного комплекса 101, к примеру, в виде табличной базы данных. Такая база данных может быть создана автоматически при начале сессии работы вычислительного комплекса 101. При этом если для одного или нескольких симулирующих компонентов разрывают электромагнитную связь с другими симулирующими компонентами в ходе сессии работы вычислительного комплекса 101, то данные о принадлежности и состоянии блоков взаимодействия и идентификаторах этих компонентов будут удалены из базы данных. При этом для компонентов, электромагнитная связь с которыми не была разорвана в ходе такой сессии, данные, включающие данные о принадлежности блоков электромагнитного взаимодействия и соответствии симулирующих компонентов останутся в этой базе данных, тем самым исключая необходимость повторного установления принадлежности блоков взаимодействия и установления соответствия компонентов. При этом повторное моделирование симулируемой электрической схемы осуществляют каждый раз, когда изменяют симулируемую электрическую схему при удалении или задействовании новых симулирующих компонентов.

Для симулируемых элементов могут быть заданы состояние и/или свойства, которые используют при компьютерном моделировании симулируемой электрической схемы.

По меньшей мере один симулирующий компонент может быть снабжен датчиком, и показания такого датчика также могут быть использованы при компьютерном моделировании симулируемой электрической схемы.

По меньшей мере один симулирующий компонент первого рода выполнен с возможностью симуляции микроконтроллера. Вычислительный комплекс 101 при компьютерном моделировании содержащей микроконтроллер симулируемой схемы использует полученные от пользователя данные об электрическом потенциале и внутреннем сопротивлении выходов симулируемого микроконтроллера. Вычислительный комплекс 101 должен поддерживать программный и/или графический интерфейс, позволяющий пользователю вводить данные об электрическом потенциале и внутреннем сопротивлении выходов симулируемого микроконтроллера. Таким образом осуществляется имитация работы с микроконтроллером.

На этапе 140 осуществляют воспроизведение пользователю результатов компьютерного моделирования симулируемой схемы. Воспроизведение может быть осуществлено путем управления индикаторными, электросветовыми,

электромеханическими и иными устройствами, являющихся часть симулирующих компонентов. Одновременно с этим воспроизведение может быть осуществлено путем отображения таких результатов в текстовой и/или визуальной форме с использованием монитора компьютера или иного мультимедийного устройства.

5 Воспроизведение пользователю результатов с использованием монитора компьютера может быть обеспечено с использованием графического интерфейса клиентского приложения, установленного на компьютере пользователя, или веб-интерфейса при условии, что взаимодействие между пользователем и системой симуляции электрической
10 видов электронного взаимодействия, в том числе, обмена данными по сети, с любыми внешними средствами вычислительной техники, вычислительный комплекс 101 может быть снабжен соответствующими одним или несколькими коммуникационными интерфейсами. Такие интерфейсы могут обеспечивать обмен данными по протоколам проводной или беспроводной передачи данных. Примерами коммуникационных
15 интерфейсов могут являться USB, RJ-45 или Wi-Fi-интерфейс.

На ФИГ.5А представлен фрагмент графического пользовательского интерфейса, служащего для возврата пользователю данных о симулируемой электрической схеме. На рабочем поле 501 отображается положение идентифицированных симулирующих
20 компонентов 502 на контактных площадках 303. При нажатии кнопки “Проверить” 503 пользователю возвращается информация о правильности сборки электрической схемы.

На ФИГ.5Б представлен фрагмент графического пользовательского интерфейса, служащего для выдачи заданий пользователю на сборку электрических схем. Кнопки
25 504 служат для перехода между заданиями, поле 505 служит для возврата пользователю формулировки задания на сборку электрических схем, поле 506 служит для возврата пользователю правильного ответа на задание.

Таким образом, при воспроизведении пользователю результатов компьютерного моделирования, у пользователя может формироваться впечатление, что он работает с реальной электрической схемой.

30 Симулирующий компонент второго рода 103, выполненный с возможностью взаимодействия с заявленной системой симуляции электрической схемы, содержит функциональный блок, связанный с ним по меньшей мере один блок электромагнитного взаимодействия и средство фиксации.

В одном варианте осуществления симулирующий компонент 103 может быть
35 представлен аналоговым симулирующим компонентом, функциональный блок которого состоит из электрической схемы, включающей по меньшей мере один резистор и/или конденсатор и/или диод и/или катушку индуктивности. Упомянутая электрическая схема может быть дополнительно снабжена датчиком, изменяющим аналоговый сигнал, формируемый такой схемой для идентификации симулирующего компонента, или
40 изменяющим электрический импеданс такой схемы. Такое изменение сигнала или импеданса позволяет определить показания датчика, и в то же время не препятствует установлению идентификатора симулирующего компонента. Например, показания датчика и идентификатор могут передаваться в разных частотных составляющих сигнала или в разных компонентах импеданса. Так же упомянутая электрическая схема
45 может содержать активный элемент, например, светодиод, управление которым происходит путем изменения напряжения на контактах симулирующего компонента.

В другом варианте осуществления симулирующий компонент 103 представлен цифровым симулирующим компонентом, функциональный блок которого содержит

микроконтроллер, посредством которого осуществляется администрирование данных об этом компоненте и их передачу на вычислительный комплекс системы симуляции электрической схемы. Функциональный блок такого компонента также может содержать датчик и обеспечивать считывание и передачу показаний датчика на вычислительный комплекс 101 системы. Так же упомянутый функциональный блок может содержать активный элемент, например, светодиод, и обеспечивать получение данных от вычислительного комплекса 101 системы для управления данным элементом, и управление этим элементом.

Симулирующий компонент 103 может содержать два блока электромагнитного взаимодействия, представленных контактными выводами. В таком случае передача сигнала на вычислительный модуль системы симуляции электрической схемы осуществляется посредством изменения электрического импеданса или изменения напряжения между его контактными выводами. Получение сигнала симулирующим компонентом осуществляется посредством изменения напряжений на контактных выводах.

Также симулирующий компонент может содержать один блок электромагнитного взаимодействия, выполненный с возможностью бесконтактного взаимодействия с системой симуляции электрической схемы. К примеру, такой блок может быть представлен печатной катушкой, которая выполнена в виде токопроводящей спиральной дорожки на диэлектрической пластине. При протекании тока через печатную катушку индуцируется электромагнитное поле, позволяющее подавать питание на симулирующий компонент и обмениваться с аналоговыми или цифровыми сигналами с вычислительным комплексом.

Дополнительно функциональный блок симулирующего компонента может быть представлен электрической схемой, содержащей генератор импульсов, который формирует импульсы заданной частоты и длительности, служащие для идентификации такого компонента.

Средство фиксации симулирующего компонента может быть представлено магнитом.

Готовое изделие, выполненное с использованием настоящего изобретения, может представлять собой конструктор, состоящий из макетной платы, включающей симулирующие компоненты первого рода, и симулирующих компонентов второго рода, предназначенных для сбора электрических цепей на такой плате. Пользователем такого конструктора может быть ребенок, изучающий схемотехнику и программирование. Функции макетной платы может выполнять устройство, представленное на ФИГ.3, на фронтальной панели которого есть контактные площадки, расположенные по прямоугольной сетке. На фронтальную панель также может быть нанесена разметка, помогающая ориентировать ребенка при сборке электрической схемы, например, изображения условных полюсов источника питания ("плюс" и "минус"). При этом на каждый симулирующий компонент второго рода, входящий в комплект конструктора, также могут быть нанесены условные обозначения, помогающие ребенку понять, какому реальному элементу электрической схемы он соответствует. Такие обозначения могут быть общепринятыми и стандартизированными обозначениями для диода, транзистора, резистора и тому подобное. Один симулирующий компонент второго рода может занимать пространство в две контактные площадки при его установке на макетную плату.

Например, на макетной плате может быть собрана простая схема зажигания светодиода, состоящая из компонентов, "светодиод", "резистор" и "источник питания". Для собранной электрической схемы автоматически рассчитывается сила текущего

через светодиод тока, а на соответствующем симулирующем компоненте светодиод загорается с соответствующей силе тока яркостью. Дополнительно на экране компьютера отображается собранная электрическая схема, протекающий в ней ток, разность потенциалов на контактах резистора и источника тока.

5 Если предполагается, что ребенок проходит обучение через электронный образовательный ресурс, то графический пользовательский интерфейс также может служить для выдачи ученику заданий на сборку электрической цепи. Кроме этого, передача данных о собранной схеме на компьютер позволяет автоматически проверять правильность сборки, давать подсказки при неправильной сборке и выдавать новое
10 задание. Представленный в настоящем описании принцип работы позволяет применить почти ничем не ограниченный спектр устанавливаемых на макетную плату симулирующих компонентов, что позволяет применять заявленное изобретение в самых разных областях.

15 (57) Формула изобретения

1. Способ симуляции электрической схемы, предназначенный для выполнения вычислительным комплексом, который электрически связан с по меньшей мере одним симулирующим компонентом, при этом способ включает:

а) обеспечение по меньшей мере одной электромагнитной связи между по меньшей
20 мере двумя симулирующими компонентами, из которых по меньшей мере один электрически связан с вычислительным комплексом;

б) установление соответствия между каждым связываемым электромагнитной связью симулирующим компонентом и симулируемым элементом электрической схемы;

с) компьютерное моделирование симулируемой электрической схемы, состоящей из
25 электрических элементов, соответствующих связываемым симулирующим компонентам, и составленной таким образом, что каждой электромагнитной связи между симулирующими компонентами соответствует электрическая связь между симулируемыми ими элементами электрической схемы;

д) воспроизведение пользователю результатов компьютерного моделирования
30 симулируемой схемы.

2. Способ по п.1, в котором каждый симулирующий компонент представлен симулирующим компонентом первого рода или симулирующим компонентом второго рода.

3. Способ по п.2, в котором все симулирующие компоненты первого рода
35 электрически связаны с вычислительным комплексом.

4. Способ по п.2, в котором все симулирующие компоненты первого рода представлены участками одной диэлектрической пластины с размещенными на них другими частями таких компонентов.

5. Способ по п.4, в котором симулирующий компонент первого рода включает в
40 себя размещенное на участке диэлектрической пластины изображение симулируемого элемента.

6. Способ по п.4, в котором симулирующий компонент первого рода включает в себя блок электромагнитного взаимодействия, посредством которого устанавливают электромагнитную связь такого симулирующего компонента с по меньшей мере одним
45 из других симулирующих компонентов.

7. Способ по п.6, в котором каждый блок электромагнитного взаимодействия является частью одного, двух или большего числа симулирующих компонентов первого рода, при этом в целях компьютерного моделирования электромагнитную связь с таким

блоком интерпретируют как электромагнитную связь с по меньшей мере одним из множества симулирующих компонентов, частью которых такой блок является.

5 8. Способ по п.7, в котором по меньшей мере один блок электромагнитного взаимодействия выполнен с возможностью контактного взаимодействия с симулирующим компонентом.

9. Способ по п.8, в котором по меньшей мере один блок электромагнитного взаимодействия представлен контактным выводом.

10. Способ по п.9, в котором электромагнитную связь между симулирующими компонентами первого рода обеспечивают с использованием электрического провода.

11. Способ по п.7, в котором по меньшей мере один блок электромагнитного взаимодействия выполнен с возможностью бесконтактного взаимодействия с симулирующим компонентом второго рода.

12. Способ по п.11, в котором по меньшей мере один блок электромагнитного взаимодействия представлен печатной или проволочной катушкой индуктивности.

15 13. Способ по п.7, в котором каждый блок электромагнитного взаимодействия характеризуется принадлежностью к по меньшей мере одному симулирующему компоненту и состоянием, указывающим на наличие или отсутствие электромагнитной связи такого блока с симулирующим компонентом второго рода.

14. Способ по п.13, в котором на диэлектрической пластине размещена аналоговая, цифровая или аналогово-цифровая схема, посредством которой на вычислительный комплекс передают данные о состоянии всех блоков электромагнитного взаимодействия каждого симулирующего компонента первого рода.

15 15. Способ по п.8, в котором каждый блок электромагнитного взаимодействия представлен блоком взаимодействия первого типа или блоком взаимодействия второго типа, при этом симулирующие компоненты первого рода имеют такие размеры и взаимное расположение, при котором такие блоки первого и второго типа оказываются расположенными на диэлектрической пластине в шахматном порядке.

30 16. Способ по п.15, в котором электромагнитную связь симулирующего компонента второго рода с симулирующими компонентами первого рода устанавливают посредством двух блоков электромагнитного взаимодействия разного типа.

35 17. Способ по п.16, в котором при установлении состояния блоков электромагнитного взаимодействия второго типа используют данные о состоянии и принадлежности блоков электромагнитного взаимодействия первого типа, данные о размерах и взаимном расположении симулирующих компонентов первого рода, данные о размерах симулирующих компонентов второго рода.

18. Способ по п.17, в котором установление состояния блоков взаимодействия первого типа проводят путем последовательной проверки каждого такого блока.

19. Способ по п.17, в котором установление состояния блоков взаимодействия первого типа проводят путем последовательной проверки групп из таких блоков.

40 20. Способ по п.17, в котором установление состояния блоков взаимодействия второго типа проводят путем последовательной проверки групп из таких блоков.

45 21. Способ по п.4, в котором установление соответствия симулирующего компонента второго рода и симулируемого элемента электрической схемы осуществляют путем получения идентификатора такого симулирующего компонента и сопоставления такого идентификатора с идентификатором в памяти вычислительного комплекса.

22. Способ по п.21, в котором идентификатор симулирующего компонента второго рода представлен цифровым кодом, хранимым в устройстве памяти такого компонента.

23. Способ по п.21, в котором идентификатор симулирующего компонента второго

рода представлен аналоговым сигналом, формируемым электрической схемой такого компонента.

24. Способ по п.21, в котором идентификатор симулирующего компонента представлен импедансом электрической схемы симулирующего компонента.

5 25. Способ по п.21, в котором идентификатор симулирующего компонента представлен шириной и частотой импульсов, формируемых электрической схемой такого компонента.

26. Способ по п.1, в котором для симулируемых элементов задают состояние и/или свойства, которые используют при компьютерном моделировании симулируемой
10 электрической схемы.

27. Способ по п.1, в котором по меньшей мере один симулирующий компонент снабжен датчиком, и показания такого датчика используют при компьютерном моделировании симулируемой электрической схемы.

28. Способ по п.1, в котором воспроизведение пользователю результатов
15 компьютерного моделирования осуществляют путем управления индикаторными, электросветовыми, электроразвучными, электромеханическими и иными устройствами, являющимися частью симулирующих компонентов.

29. Способ по п.1, в котором воспроизведение пользователю результатов компьютерного моделирования осуществляют путем отображения таких результатов
20 в текстовой и/или визуальной форме с использованием монитора компьютера или иного мультимедийного устройства.

30. Система симуляции электрической схемы для осуществления способа по п.1, состоящая из электрически связанных между собой вычислительного комплекса, источника питания и симулирующих компонентов первого рода, при этом каждый
25 симулирующий компонент первого рода представлен участком общей для всех таких компонентов диэлектрической пластины с расположенными на таком участке по меньшей мере одним блоком электромагнитного взаимодействия и по меньшей мере одним средством фиксации, при этом блоки электромагнитного взаимодействия и средства фиксации каждого симулирующего компонента первого рода расположены
30 на общей для них диэлектрической пластине с образованием прямоугольной сетки, а каждый блок электромагнитного взаимодействия позволяет устанавливать электромагнитную связь с симулирующим компонентом, отличным от симулирующего компонента, частью которого такой блок является.

31. Система по п.30, в которой все симулирующие компоненты первого рода
35 электрически связаны с вычислительным комплексом через последовательно соединенные переключатели и аналогово-цифровые преобразователи.

32. Система по п.30, в которой симулирующие компоненты первого рода электрически связаны с полюсами источника питания через переключатели.

33. Система по п.30, в которой каждый блок электромагнитного взаимодействия
40 представлен блоком электромагнитного взаимодействия первого типа или блоком взаимодействия второго типа.

34. Система по п.33, в которой блоки электромагнитного взаимодействия первого типа и второго типа расположены на диэлектрической пластине в шахматном порядке.

35. Система по пп.31-33, в которой каждый блок электромагнитного взаимодействия
45 первого типа соединен с переключателем, обеспечивающим переключение связи такого блока между полюсом источника питания и аналогово-цифровым преобразователем, при этом аналогово-цифровой преобразователь соединен с вычислительным комплексом.

36. Система по пп.31-33, в которой каждый блок взаимодействия второго типа

соединен с одним из четырех независимых электрических каналов, каждый из которых соединен с переключателем, который обеспечивает переключение такого канала между полюсами источника питания.

37. Система по пп.31 и 32, в которой переключатели представлены схемой из реле и/или полупроводниковых устройств.

38. Система по пп.31 и 32, в которой переключатели находятся под управлением вычислительного комплекса.

39. Система по п.30, в которой средство фиксации симулирующего компонента представлено магнитом.

40. Система по п.30, в которой по меньшей мере один симулирующий компонент первого рода выполнен с возможностью симуляции микроконтроллера.

41. Система по п.40, в которой вычислительный комплекс при компьютерном моделировании содержащей микроконтроллер симулируемой схемы использует полученные от пользователя данные об электрическом потенциале и внутреннем сопротивлении выходов симулируемого микроконтроллера.

42. Система по п.41, в которой вычислительный комплекс поддерживает программный и/или графический интерфейс, позволяющий пользователю вводить данные об электрическом потенциале и внутреннем сопротивлении выходов симулируемого микроконтроллера.

43. Симулирующий компонент второго рода, выполненный с возможностью взаимодействия с системой симуляции электрической схемы по п.30, содержащий функциональный блок, связанный с ним по меньшей мере один блок электромагнитного взаимодействия и средство фиксации.

44. Симулирующий компонент по п.43, который представлен аналоговым симулирующим компонентом, функциональный блок которого состоит из электрической схемы, включающей по меньшей мере один элемент, представленный резистором, конденсатором, диодом или катушкой индуктивности.

45. Симулирующий компонент по п.44, в котором функциональный блок состоит из электрической схемы, дополнительно снабженной датчиком, изменяющим аналоговый сигнал, формируемый такой схемой для идентификации симулирующего компонента.

46. Симулирующий компонент по п.44, в котором функциональный блок состоит из электрической схемы, дополнительно снабженной датчиком, изменяющим электрический импеданс такой схемы.

47. Симулирующий компонент по п.43, который представлен цифровым симулирующим компонентом, функциональный блок которого содержит микроконтроллер, посредством которого осуществляется администрирование данных об этом компоненте и их передача на вычислительный комплекс системы по п.30.

48. Симулирующий компонент по п.47, в котором функциональный блок дополнительно содержит датчик и обеспечивает считывание и передачу показаний датчика на вычислительный комплекс системы по п.30.

49. Симулирующий компонент по п.43, который содержит два блока электромагнитного взаимодействия, представленных контактными выводами.

50. Симулирующий компонент по п.49, который выполнен с возможностью передачи сигнала на вычислительный комплекс системы по п.30 посредством изменения электрического импеданса между его контактными выводами.

51. Симулирующий компонент по п.49, который выполнен с возможностью получения сигнала посредством изменения напряжения на контактных выводах.

52. Симулирующий компонент по п.43, в котором функциональный блок представлен

электрической схемой, содержащей генератор импульсов, который формирует импульсы заданной частоты и длительности, служащие для идентификации такого компонента.

53. Симулирующий компонент по п.43, в котором блок электромагнитного взаимодействия выполнен с возможностью бесконтактного взаимодействия с системой
5 по п.30.

54. Симулирующий компонент по п.43, в котором средство фиксации представлено магнитом.

10

15

20

25

30

35

40

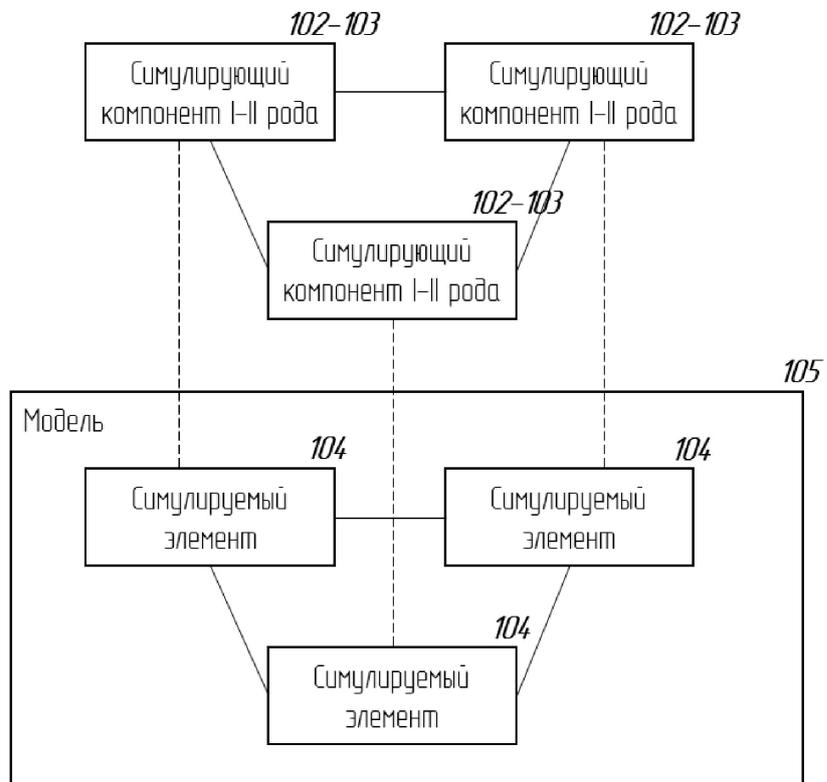
45

1

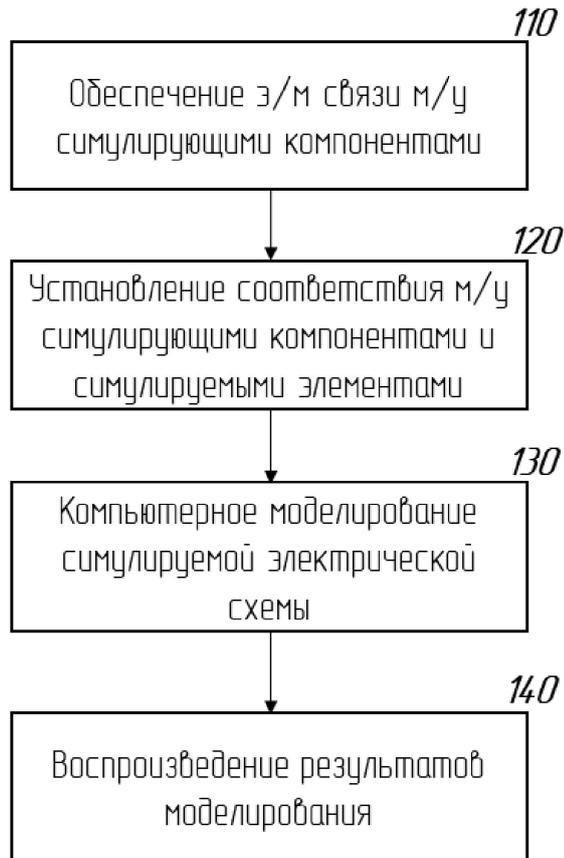


ФИГ. 1А

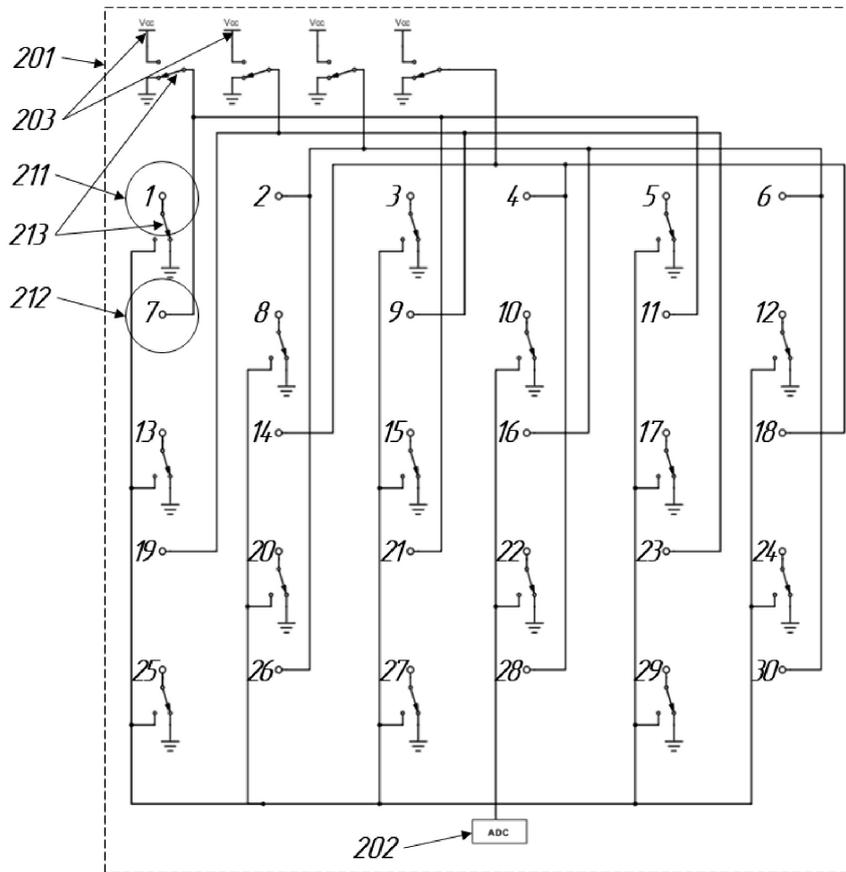
2



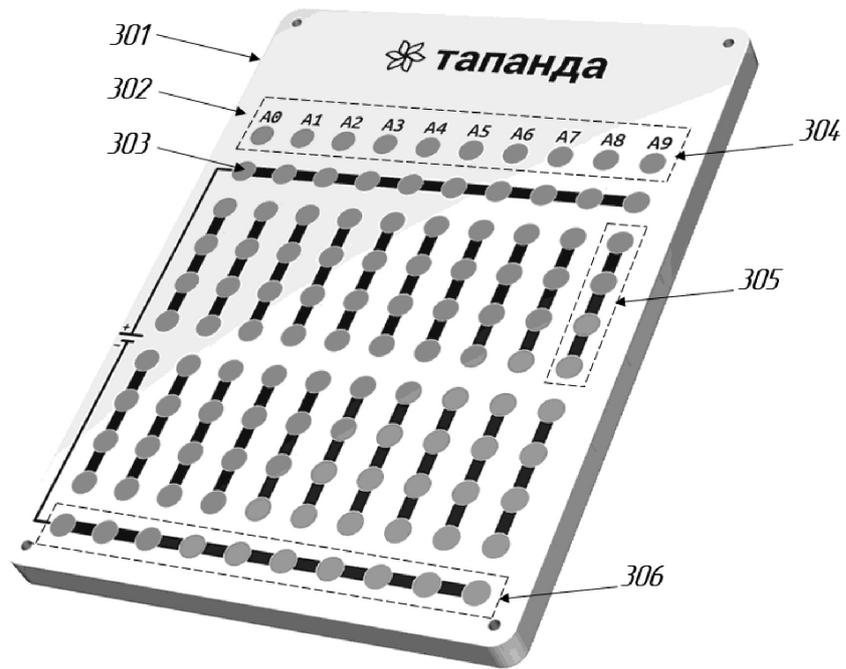
ФИГ. 1В



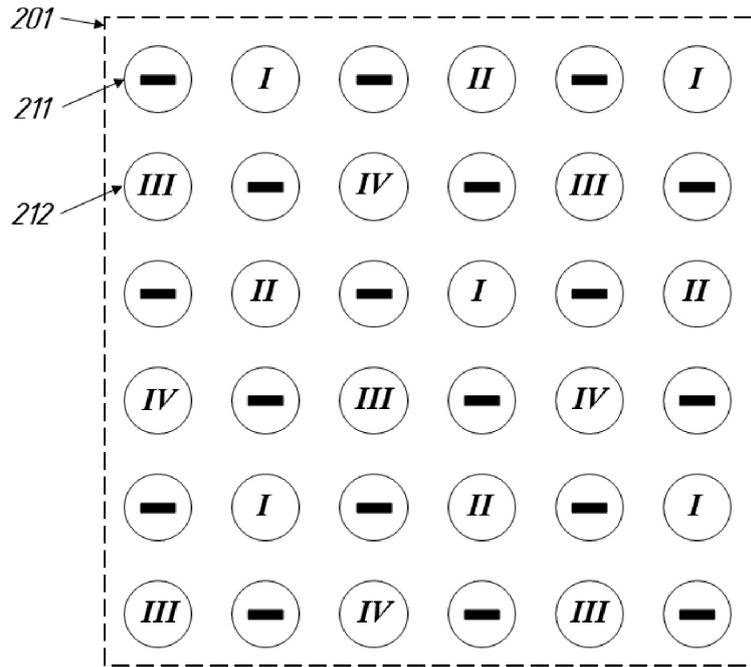
ФИГ.1С



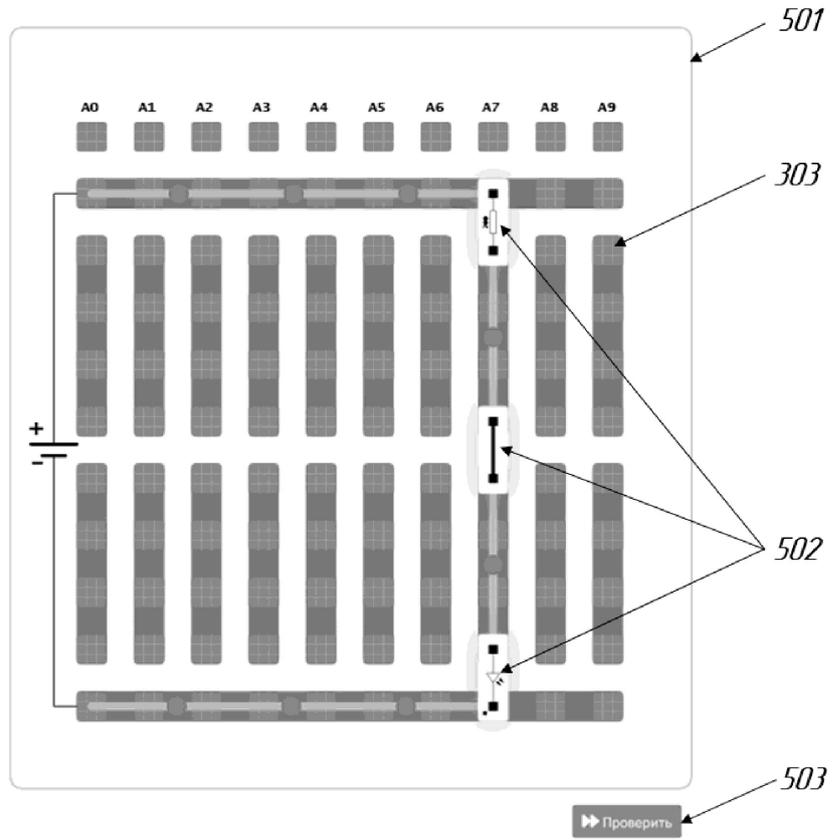
ФИГ. 2



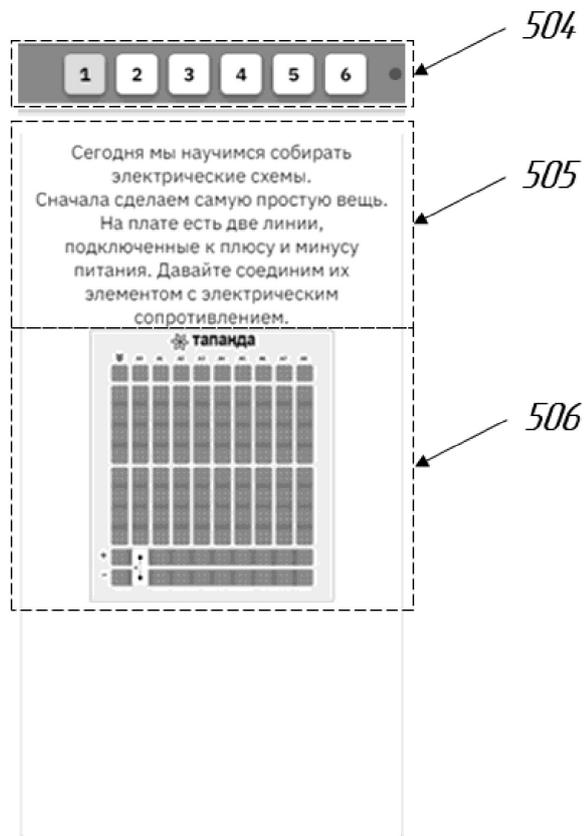
ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5А



ФИГ. 5В