

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040717**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.20

(51) Int. Cl. **H02K 3/28 (2006.01)**

(21) Номер заявки
201992505

(22) Дата подачи заявки
2018.05.21

(54) **ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ**

(31) **62/509,114**

(32) **2017.05.21**

(33) **US**

(43) **2020.03.30**

(86) **PCT/IB2018/053583**

(87) **WO 2018/215916 2018.11.29**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

БОСКО АЛЕХАНДРО (ES)

(74) Представитель:

Пронин В.О. (RU)

(56) JP-A-H0622486
US-A1-2014210297
DE-A1-10213743
JP-A-2013247714
DE-A1-102006061699

(57) Электродвигатель и способ намотки, который улучшает его характеристики крутящего момента и частоты вращения. Усовершенствованный электродвигатель, который обеспечивает более высокую удельную мощность и средства безопасности благодаря новой архитектуре намотки. Так как новая архитектура обмотки не влияет на измерения, конструкцию или материалы электродвигателя, никакого специального способа изготовления или дополнительных расходов не требуется. Поэтому усовершенствованные электродвигатели меньше, легче и дешевле обычных электродвигателей такой же мощности известного уровня техники. Усовершенствованный электродвигатель обеспечивает возможности резервирования на случай отказа.

040717

B1

040717

B1

Настоящее изобретение направлено на создание электродвигателя с электромагнитными свойствами, улучшенными за счет использования новой схемы обмотки, которая снижает напряжение электрического тока, который вырабатывает указанная обмотка, и которая снижает сопротивление и индуктивность указанной обмотки во время работы. Это позволяет увеличивать производительность электродвигателя путем перевода его крутящего момента и частоты вращения и, следовательно, удельной мощности на более высокие уровни по сравнению со стандартным двигателем, использующим такой же источник питания, но не имеющим какого-либо усилителя мощности или каких-либо дополнительных компонентов. Поэтому возможность увеличения удельной мощности приводит к уменьшению размера и стоимости. В дополнение к вышеописанным особенностям в предложенном электродвигателе использован стандартный процесс изготовления, что делает его готовым к внедрению в промышленности. Настоящее изобретение также направлено на создание электродвигателя с возможностью резервирования, которая позволяет продолжать работать с последующим снижением мощности; даже в случае отказа в работе одного из компонентов в фазе указанный электродвигатель все равно будет выдавать мощность, достаточную для избежания катастрофического уровня высокой доли вероятности. Настоящее изобретение будет объяснено ниже более подробно со ссылками на чертежи, иллюстрирующие варианты осуществления настоящего изобретения, но не ограничивающие настоящее изобретение.

Область техники

Настоящее изобретение относится к электродвигателю, в частности к электродвигателю с улучшенными рабочими характеристиками и функциональными возможностями.

Уровень техники

Недавно были представлены усовершенствования современных электродвигателей и систем привода, внедренные отраслями электромобилей, переносного машинного оборудования, игрушек и т.д., которые испытывают потребность в более дешевых и обладающих более высокими эксплуатационными характеристиками устройствах. Подходы к обеспечению такого повышения энергии и производительности ведут к основным достижениям в области хранения и распределении энергии, а также к улучшению использования энергии устройствами. Непрерывающиеся усилия и достижения ученых в применении новейших передовых технологий в оборудовании и программном обеспечении электроники, материалов, технологиях и архитектуре позволяют точно управлять использованием и преобразованием электричества во всех упомянутых отраслях, но в результате эти решения дорогостоящие и скорее всего сложные. Результаты этих усилий по-прежнему не оправдывают ожидания промышленности касательно мощности. Существуют также особые представления по поводу реализации электродвигателей в областях применения, требующих специальной возможности резервирования для безопасного продолжения работы даже в условиях частичного отказа, которые не удовлетворяются современными электродвигателями. Это расхождение между потребностями рыночных отраслей и тем, что действительно предлагает технология, оставляет место для усовершенствования. В данной области были обнаружены различные документы известного уровня техники, основанные на методе изменения архитектуры обмотки для модифицирования или улучшения определенных характеристик электродвигателя-генератора.

Во-первых, в патенте JP H0622486 A главная идея изобретения заключается в повышении тока возбуждения через двигатель и, точнее говоря, в выравнивании этого тока через фазу во время ее нормального функционирования.

Аналогичным образом, но с использованием другого подхода патент US 2014/0210297 A1 относится к получению выгоды от использования множества полюсов статора для одной фазы, сгруппированных в последовательные явные полюсы, где центральные полюсы полностью возбуждаются фазой, тогда как наружные полюсы группы перекрываются с катушками соседних фаз и в некоторых случаях сокращены в количестве витков провода катушки для борьбы с неравномерностью крутящего момента двигателя и сглаживания ее. Цель патента DE 10213743 A1 состоит в улучшении статора электродвигателя, чтобы можно было добиться возможности его простого, быстрого и потому в целом экономичного производства, особенно в отношении процесса намотки, чтобы достичь компактной конструкции, в частности, с малой длиной по оси, и пригодности для высоких токов двигателей.

Также заслуживает внимания патент JP 2013-247714 A. Его целью является улучшение поведения частоты вращения и крутящего момента двигателя путем изменения двух или более наборов катушек разных типов или параллельных групп катушек для соединения их последовательно, таким образом используя фазу в катушке одного типа и изменяя конфигурацию фазы путем добавления или изъятия последовательности катушек других типов.

И, наконец, документ DE 102006061699 A1, цель которого состоит в создании схемы обмотки статора для синхронного двигателя, в котором тормозящий момент, возникающий в случае коротких замыканий обмотки, может быть уменьшен без использования механического или электронного реле для отключения нейтральной точки звезды во избежание выхода из строя системы в целом. Кроме того, это не должно сказываться на поведении двигателя в нормальном режиме работы.

Все вышеупомянутые предшествующие публикации сконцентрированы на множестве разных аспектов электродвигателя, причем в последней основное внимание уделяется конкретной функции безопасности для определенного типа отказа в определенном типе схеме соединения обмотки двигателя (на-

пример, с соединением звездой), но все они не решают вопроса безопасности, поскольку все они имеют всего один входной и один выходной ток на фазу, где любой отказ в этой линии тока питания приведет к полному отказу фазы и даже хуже для тех двигателей, где линия тока питания используется совместно фазами, как в случае двигателей со схемой соединения треугольником.

Техническая проблема

Одним из основных ограничений, с которыми сталкиваются в обычных электродвигателях, является то, что во время работы генерируемый им электрический ток течет в некотором смысле против подаваемого тока. Это ограничивает количество тока, которое система в состоянии пропускать. Максимальный возможный ток выражается в мгновенной разнице между напряжением, подаваемым на двигатель, и напряжением, генерируемым двигателем, и тем самым определяет его максимальный крутящий момент и частоту вращения. Поскольку мощность двигателя определяется произведением крутящего момента на частоту вращения, этим также устанавливается удельная мощность данного двигателя. Удельная мощность - это соотношение между размером и мощностью. Создание более крупного двигателя для удовлетворения потребностей промышленности в мощности не приведет ни к снижению затрат, ни к улучшенному использованию энергии, так как этот двигатель сохранит те же самые эффективность и удельную мощность. Обычный подход к преодолению вышеупомянутого ограничения и получению более высоких крутящего момента и частоты вращения и, следовательно, удельной мощности при том же размере двигателя заключается в том, чтобы оставить двигатель без изменений и увеличить напряжение источника питания. Для получения этого приращения напряжения от источника питания используют повышающий преобразователь. Данное решение позволяет повысить удельную мощность двигателя. Однако оно не в состоянии снизить расходы, поскольку требует добавления в систему еще одного компонента, причем этот компонент обычно бывает сложным и дорогостоящим, поскольку он должен доводить до нужного состояния всю энергию, поступающую из источника питания в двигатель. Указанный подход также не может обеспечить эффективного использования энергии, так как такой повышающий преобразователь между источником питания и двигателем представляет электрическое сопротивление и аккумуляцию, что приводит к некоторым потерям энергии, отрицательно сказывающимся на эффективности системы в целом. Такой результат оказывает отрицательное влияние с точки зрения мира электродвигателей, поскольку современные двигатели действительно обладают высоким уровнем эффективности, но он нивелируется вышеупомянутыми подходами, которые ухудшают эффективность системы в целом.

Решение проблемы

Так как напряжение, генерируемое двигателем, пропорционально количеству витков в обмотке фазы, что ограничивает частоту вращения и ток двигателя, то можно сказать, что при разбиении поровну количества витков фазы на несколько подкатушек, напряжение в каждой подкатушке прямо пропорционально разбиению. Использование нового способа намотки и вышеупомянутой схемы в равномерно распределенных электрических соединениях последовательно параллельных наборов или просто параллельных наборов позволяет снижать генерируемое напряжение, а также сопротивление и индуктивность формируемой фазы.

Полезные эффекты изобретения

Новая схема обмотки двигателя открывает совершенно новую область в управлении электродвигателем, поскольку можно управлять разными подкатушками по отдельности и/или с использованием разных настроек последовательностей переключения, которые изменяют электрические характеристики двигателя.

Разбиение фазы на части открывает возможность использования кремниевых переключателей, которые меньше, быстрее и с меньшими потерями на заряд затвора. Предлагаемый новый электродвигатель предназначен для создания системы, в которой источник питания от батарей может питать двигатель без помощи каких-либо других компонентов, кроме драйвера двигателя для модулирования подаваемого тока, что избавляет от всякого устройства для кондиционирования разностей электрических потенциалов.

Краткое описание чертежей

На следующих фигурах в целях объяснения, но не ограничения ими, представлены различные схемы варианта осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 1 показан пример распределения обмотки, где подкатушки намотаны с перекрытием. Как и во всех других случаях магнитный поток показан в виде линий 120 и 121.

На фиг. 2 показано, как фазу двигателя наматывают вокруг четырех явных полюсов 110, 111, 112, 113, причем каждый явный полюс имеет равное количество витков, образующих подкатушки 200, 210, 220, 230; эти подкатушки сделаны из одного провода или соединены последовательно с образованием одной катушки с выводами 130, 131. В данном примере при подаче электроэнергии два явных полюса 110, 111 соединены магнитным потоком 120, а явные полюсы 112, 113 соединены магнитным потоком 121.

На фиг. 3 показано разбиение однокатушечной фазы, изображенной на фиг. 2 (известный уровень техники), на две равные группы из двух подкатушек каждая. Первая полуфаза, созданная группой, образованной двумя подкатушками 200, 210, намотана вокруг явных полюсов 110 и 111 соответственно, ко-

торые связаны магнитным потоком 120, имеет выводы 130, 131. Другая полуфаза, созданная группой, образованной подкатушками 220, 230, намотанными вокруг явных полюсов 112 и 113 соответственно, которые связаны магнитным потоком 121, имеет выводы 132 и 133.

На фиг. 4 первая схема 102 соединения показывает разбиение однокатушечной фазы, изображенной на фиг. 2 (известный уровень техники), на две равные группы из четырех подкатушек каждая. Первая группа подкатушек 201, 211, 221, 231 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет выводы 130, 131. Вторая группа подкатушек 200, 210, 220, 230 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет выводы 132, 133. В представленной схеме подкатушки намотаны парами, которые образуют по одной подкатушке из каждой группы, приходящейся на явный полюс. Первые подкатушки 201, 200 каждой группы намотаны вокруг явного полюса 110 и продолжаются подкатушками 211, 210, намотанными вокруг явного полюса 111, за которыми следуют подкатушки 221, 220, намотанные вокруг явного полюса 112, и, наконец, подкатушки 231, 230, намотанные вокруг явного полюса 113. Пара подкатушек из каждой группы намотана либо с перекрытием, либо с разделением на секции. Как и во всех других случаях, магнитный поток показан в виде линий 120 и 121.

На фиг. 4 вторая схема 103 показывает более глубокое разбиение на четыре равные части, образующие четыре группы из двух подкатушек каждая. Первая группа подкатушек 201, 211 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет выводы 130, 131. Вторая группа подкатушек 200, 210 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет выводы 132, 133. Третья группа подкатушек 221, 231 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет выводы 134, 135. Четвертая группа подкатушек 220, 230 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет выводы 136, 137. В представленной схеме подкатушки намотаны парами, которые образуют по одной подкатушке из двух групп, приходящихся на явный полюс. Подкатушки 201, 200 намотаны вокруг явного полюса 110 и продолжаются подкатушками 211, 210, намотанными вокруг явного полюса 111. Подкатушки 221, 220 намотаны вокруг явного полюса 112, за которыми следуют подкатушки 231, 230, намотанные вокруг явного полюса 113. Пары подкатушек намотаны либо с перекрытием, либо с разделением на секции. Как и во всех других случаях, магнитный поток показан в виде линий 120 и 121.

На фиг. 4 третья схема 104 показывает другое разбиение на четыре равные группы из двух подкатушек каждая. Первая группа состоит из подкатушек 201, 200, у каждой из которых свои выводы, 130, 131 - для подкатушки 201 и 132, 133 - для подкатушки 200. Вторая группа подкатушек состоит из подкатушек 211, 210, у каждой из которых свои выводы, 134, 135 - для подкатушки 211 и 136, 137 - для подкатушки 210. Третья группа состоит из подкатушек 221, 220, у каждой из которых свои выводы, 138, 139 - для подкатушки 221 и 140, 141 для подкатушки 220. Четвертая группа состоит из подкатушек 231, 230, у каждой из которых свои выводы, 142, 143 - для подкатушки 231 и 144, 145 - для подкатушки 230. В настоящей схеме пары подкатушек группы намотаны на явный полюс. Подкатушки 201, 200 намотаны вокруг явного полюса 110, подкатушки 211, 210 намотаны вокруг явного полюса 111. Подкатушки 221, 220 намотаны вокруг явного полюса 112, подкатушки 231, 230, намотаны вокруг явного полюса 113. Пары подкатушек намотаны либо с перекрытием, либо с разделением на секции. Как и во всех других случаях, магнитный поток показан в виде линий 120 и 121.

На фиг. 5 первая схема 105 соединения показывает другое разбиение однокатушечной фазы, изображенной на фиг. 2 (известный уровень техники), на четыре равные группы из двух подкатушек каждая. Первая группа из подкатушек 201, 211 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет вывод 130 на одном конце, а другой конец соединен с общим соединением 300. Вторая группа из подкатушек 200, 210 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет вывод 132 на одном конце, а другой конец соединен с общим соединением 300. Третья группа из подкатушек 221, 231 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет вывод 131 на одном конце, а другой конец соединен с общим соединением 300. Четвертая группа из подкатушек 220, 230 сделана из одного провода или соединена последовательно и имеет вывод 133 на одном конце, а другой конец соединен с общим соединением 300. В представленной схеме подкатушки намотаны парами, которые образуют по одной подкатушке из каждой группы, приходящейся на явный полюс. Подкатушки 201, 200 намотаны вокруг явного полюса 110 и продолжаются подкатушками 211, 210, намотанными вокруг явного полюса 111. Подкатушки 221, 220 намотаны вокруг явного полюса 112 и за ними следуют подкатушки 231, 230, намотанные вокруг явного полюса 113. Пары подкатушек намотаны либо с перекрытием, либо с разделением на секции. Как и во всех других случаях, магнитный поток показан в виде линий 120 и 121.

На фиг. 5 вторая схема 106 показывает более глубокое разбиение на две группы из четырех подкатушек каждая. Подкатушки 201, 211, 200, 210 первой группы соединены одним концом с общим соединением 300, а на другом конце имеют выводы 130, 131, 132, 133 соответственно. Подкатушки 221, 231, 220, 230 второй группы соединены одним концом с общим соединением 301, а на другом конце имеют выводы 134, 135, 136, 137 соответственно. В представленной схеме подкатушки намотаны парами, которые образуют по одной подкатушке из двух групп, приходящихся на явный полюс. Подкатушки 201, 200 намотаны вокруг явного полюса 110, подкатушки 211, 210 намотаны вокруг явного полюса 111. Подкатушки 221, 220 намотаны вокруг явного полюса 112, а подкатушки 231, 230 намотаны вокруг явного полюса 113. Пары подкатушек намотаны либо с перекрытием, либо с разделением на секции. Как и во всех

других случаях, магнитный поток показан в виде линий 120 и 121.

На фиг. 5 третья схема 107 показывает еще более глубокое разбиение на четыре группы из четырех подкатушек каждая. Подкатушки 201, 211, 200, 210 первой группы соединены одним концом с общим соединением 300, а на другом конце имеют выводы 130, 131, 132, 133 соответственно. Подкатушки 221, 231, 220, 230 второй группы соединены одним концом с общим соединением 301, а на другом конце имеют выводы 134, 135, 136, 137 соответственно. Подкатушки 241, 251, 240, 250 третьей группы соединены одним концом с общим соединением 302, а на другом конце имеют выводы 138, 139, 140, 141 соответственно. Подкатушки 261, 271, 260, 270 четвертой группы соединены одним концом с общим соединением 302, а на другом конце имеют выводы 142, 143, 144, 145 соответственно. В представленной схеме подкатушки намотаны парами, которые образуют по одной подкатушке из двух групп, приходящихся на явный полюс. Подкатушки 201,200, 211,210 намотаны вокруг явного полюса 110, подкатушки 221, 220, 231, 230 намотаны вокруг явного полюса 111. Подкатушки 241, 240, 251, 250 намотаны вокруг явного полюса 112, а подкатушки 261, 260, 271, 270 намотаны вокруг явного полюса 113. Пары подкатушек намотаны либо с перекрытием, либо с разделением на секции. Как и во всех других случаях магнитный поток показан в виде линий 120 и 121.

На фиг. 6 показана сравнительная диаграмма частоты вращения и силы тока в амперах между двумя идентичными электродвигателями 12р 14п, один из которых модифицировали с использованием схемы 102, показанной на фиг. 4, а другой электродвигатель оставили без изменений. Обычный двигатель представлен пунктирной линией, а новый двигатель представлен сплошной линией.

Осуществление настоящего изобретения

Как показано на фиг. 3, 4 и 5, к вариантам осуществления настоящего изобретения возможны разные подходы. В качестве примера варианта осуществления на фиг. 5 представлена первая схема 105. При наличии конкретного источника питания данная схема позволяет удвоить ток, который может быть подан на электродвигатель при заданной частоте вращения, по сравнению с известной схемой из уровня техники, показанной на фиг. 2. Нетрудно заметить, что общее количество витков фазы в известной схеме из уровня техники, показанной на фиг. 2, и их длина разделены на четыре (4) равные группы, которые соединены таким образом, что сопротивление и индуктивность, как и генерируемый ток с выводов 130-131 и 132-133, в два раза меньше, чем в указанной известной схеме из уровня техники. Кроме того, благодаря общему соединению 300 параллельные катушки действуют как одна, что позволяет переключать их в разное время и снижать или исключать взаимные индукционные помехи. В случае отказа одного из выводов или подкатушек импеданс будет сбалансирован, обеспечивая безопасную реакцию электродвигателя.

Примеры

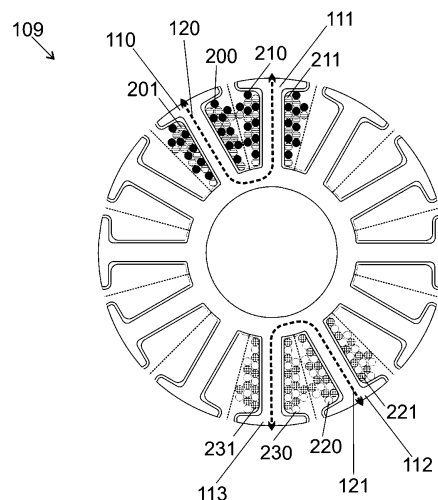
В качестве примера был сконструирован электродвигатель 12р 14п с использованием схемы 102, показанной на фиг. 4, причем указанный электродвигатель был испытан в сравнении с таким же двигателем, но не имеющим каких-либо модификаций. Оба двигателя приводили в действие с помощью одного и того же стандартного драйвера электродвигателя, который оказался не в состоянии эффективно управлять новым двигателем из-за его низких сопротивлений и индуктивности, но вполне позволял продемонстрировать вышеупомянутое улучшение удельной мощности. Во время всей оценки использовали один и тот же источник питания при одинаковом напряжении во всех случаях.

ЧАСТОТА (Гц)	Дельта для уровня техники (А)	Схема 102 по Фиг. 4. (А)	об/мин
0	0	0	0
50	0,0769	0,0997	429
100	0,1669	0,2092	857
150	0,2669	0,3217	1286
200	0,3769	0,4372	1714
250	0,4969	0,5557	2143
300	0,6269	0,6772	2571
350	0,7669	0,8017	3000
400	0,9169	0,9292	3429
450	1,0769	1,0597	3857

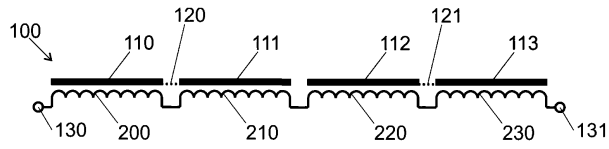
500	1,2469	1,1932	4286
550	1,4269	1,3297	4714
600	1,6169	1,4692	5143
650		1,6117	5571
700		1,7572	6000
750		1,9057	6429
800		2,0572	6857
850		2,2117	7286
900		2,3692	7714
950		2,5297	8143
1000		2,6932	8571
1050		2,8597	9000
1100		3,0292	9429

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

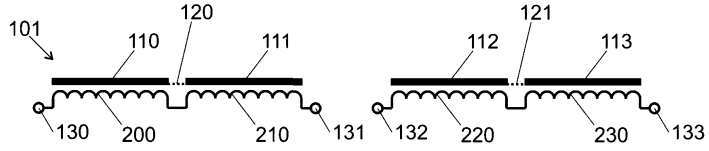
Электродвигатель, содержащий
 ротор,
 статор, содержащий сердечник статора с множеством явных полюсов статора, разбитых на группы по количеству электрических фаз двигателя, причем
 группы полюсов статора имеют равное количество полюсов,
 каждая группа полюсов статора содержит по меньшей мере один полюс статора,
 электрическая фаза разделена на группы,
 каждая электрическая фаза имеет по меньшей мере одну группу электрической фазы,
 каждая группа электрической фазы образована множеством последовательностей электрических катушек (201, 211/200, 210/221, 231/220, 230),
 каждая последовательность электрических катушек содержит по меньшей мере одну электрическую катушку (201, 211/200, 210/221, 231/220, 230),
 каждая последовательность электрических катушек в группе электрической фазы имеет равное количество витков,
 общее количество последовательностей электрических катушек (201, 211/200, 210/221, 231/220, 230) в каждой группе электрической фазы разбито на четыре равные группы из равного количества последовательностей электрических катушек (201, 211/200, 210/221, 231/220, 230), при этом
 каждая группа из равного количества последовательностей электрических катушек (201, 211/200, 210/221, 231/220, 230) соединена одним концом с общим соединением (300) и соединена другим концом со своим собственным выводом (130, 131, 132, 133).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

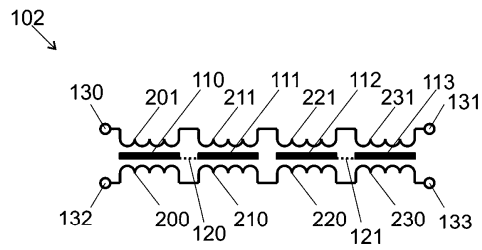


Схема 1

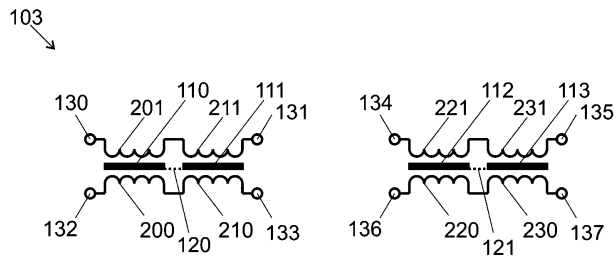


Схема 2

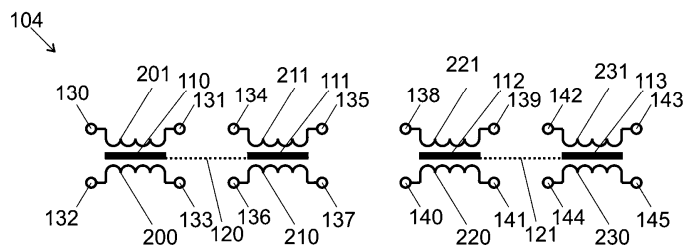


Схема 3

Фиг. 4

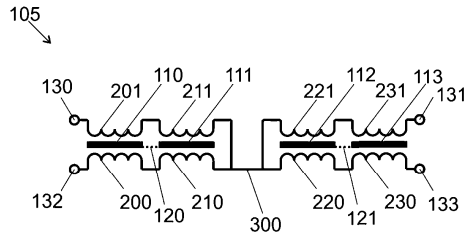


Схема 1

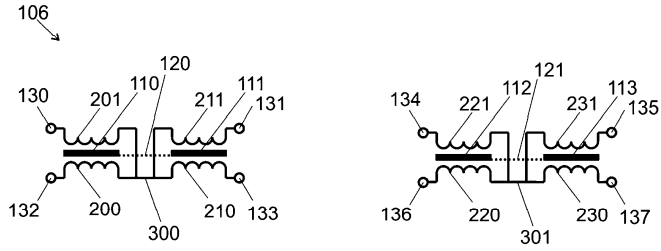


Схема 2

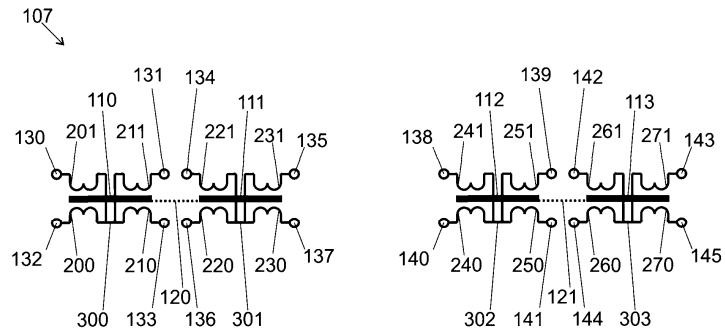
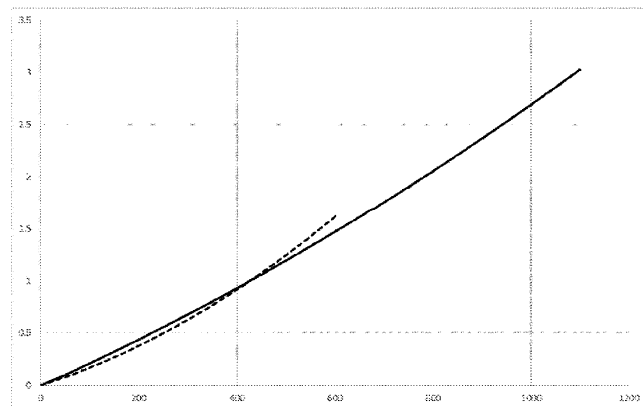


Схема 3
Фиг. 5



Фиг. 6