

Патент Соединенных Штатов

4 210 859 июль 1, 1980

Meretsky и др.

ИНДУКТИВНОЕ НАЛИЧИЕ УСТРОЙСТВА
ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ОБМОТКИ

Изобретатели: Пол L. Meretsky, 46/11 Керен

Huesod; Кеннон Amiram, 35 Рат Ст, обе из Хайфы, Израиля, 32000

Представители: Исследование Technion и Фонд Развития Ltd.; Пол L. Meretsky; Кеннон Amiram, вся Хайфа, Израиля

Прикладной. Номер: 897 395

Поданный: 18 апреля 1978

ИНДУКТИВНОЕ УСТРОЙСТВО, ИМЕЮЩЕЕ ОРТОГОНАЛЬНЫЙ ФОН ОБМОТОК ИЗОБРЕТЕНИЯ

Существующее изобретение имеет отношение со структурами чтобы создать два или трехмерное магнитное поле в пределах магнитного сердечника.

Это - факт, легко доказанный экспериментально, что материал, полностью магнитно насыщаемый в одном направлении все еще магнитно активен в перпендикуляре направлений к существующему полю. Например, часть железа в однонаправленной магнитной насыщенности все еще притягивается к постоянному магниту.

Альтернативно, сила, требуемая отделить два идентичных магнита подковы, один из которых присоединен к стороне другого, не изменяется заметно, если хранитель магнита со свободными полюсами находится в или неуместный. Фактически, такие магниты находятся в остаточной намагниченности, а не влажном состоянии;

однако, современные постоянные магниты - в пределах 20 % насыщенности в остаточной намагниченности.

Это - также факт, что магнитная насыщенность является вектором и, также, имеет три ортогональных компонента. Есть поэтому X, Y и насыщенность Z, которая является полностью совместимой с теорией вращения магнетизма, так как само вращение - вектор. Насыщенность определена как полное выравнивание вращения в одной оси, которая не подразумевает, что выравнивание произошло в других двух параметрах, если насыщенность - в направлении одной оси только.

Это - объект существующего изобретения обеспечить улучшенное индуктивное устройство, имеющее два или трехмерное магнитное поле; то есть, магнитное поле включало два или три ортогональных компонента.

Это - дальнейший объект существующего изобретения обеспечить применения для индуктивного устройства, имеющего два или трехмерное магнитное поле.

РЕЗЮМЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Эти объекты, так же как другие объекты, которые станут очевидными в обсуждении, которое следует, достигнуты, согласно существующему изобретению, обеспечивая магнитный сердечник, сформированный из ферромагнитного материала и средств для того, чтобы произвести два или три существенно., ортогональные магнитные поля во всех точках в пределах сердечника.

Как будет указан здесь ниже, индуктивное устройство этого типа имеет уникальные свойства, которые не найдены в обычных устройствах, имеющих только один, одноосное магнитное поле. Кроме того, эта структура полезна в бесконечных вариантах применений выше и вне применения обеспечения нескольких независимых катушек индуктивности или трансформаторов на том же самом магнитном сердечнике.

Определенные примеры, и результаты экспериментов с индуктивными устройствами, имеющими два и три ортогональных; магнитные поля сформулированы в следующем Описании Воплощений Предпочтения.

Экспериментальные результаты действительно удивительны и не были предсказаны с известной теорией вращения магнетизма. Из этой теории можно было бы предположить, что насыщенность ферромагнитного материала в одном направлении будет иметь небольшой эффект, или возможно увеличила бы норму спада индуктивности из-за насыщенности в другом, ортогональном направлении. К обратному, экспериментальные результаты демонстрируют что обслуживание магнитного поля в одном направлении; уменьшает норму спада индуктивности в обмотке, производящей поле в ортогональном направлении. Фактически; если два ортогональных поля поддержаны в материале, индуктивность обмотки, производящей поле в третьем ортогональном направлении увеличена существенно.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РИСУНКОВ

Рис. 1 - перспективный вид сердечника горшка индуктивного устройства в соответствии с существующим изобретением, показывая направления двух ортогональных магнитных полей.

Рис. 2 - поперечный частный вид сердечника горшка рис. 1, показывая, что катушки имели обыкновение создавать два ортогональных магнитных поля.

Рис. 3 - другой поперечный частный вид сердечника горшка рис. 1, показывая, что катушки имели обыкновение создавать два ортогональных магнитных поля.

Рис. 4 - перспективный вид С-сердечника, имеющего форму пустоты, квадратной рамки кадра, показывая направления двух ортогональных магнитных полей.

Рис. 5 - поперечный частный вид С-сердечника рис. 4, показывая, что катушки имели обыкновение создавать два ортогональных магнитных поля.

Рис. 6 - другой поперечный частный вид С-сердечника рис. 4, показывая, что катушки имели обыкновение создавать два ортогональных магнитных поля.

Рис. 7 - перспективный вид С-сердечника, имеющего форму полой, треугольной рамки кадра.

Рис. 8 - диаграмма схемы, показывая связи с катушками сердечника горшка индуктивное устройство в соответствии с одним воплощением существующего изобретения.

Рис. 9 - граф индуктивности как функция тока в сердечнике горшка индуктивное устройство с соединением катушек как показано в рис. 8.

Рис. 10 - диаграмма схемы, показывая связи с катушками сердечника горшка индуктивное устройство в соответствии с другим воплощением существующего изобретения.

Рис. 11 - граф отношения выхода, чтобы ввести (в децибелах) как функция тока в сердечнике горшка индуктивное устройство с соединением катушек как показано в рис. 10.

Рис. 12 - вид elevational индуктивного устройства, в соответствии с существующим изобретением, имея магнитный сердечник в форме сфероида.

Рис. 13 - перспективный вид сердечника индуктивного устройства в форме куба.

Рис. 14 - представительная диаграмма одной формы электропроводки в сфероидальном сердечнике индуктивное устройство.

Рис. 15 - представительная диаграмма другой формы электропроводки в сфероидальном сердечнике индуктивное устройство.

Рис. 16 - перспективный, взорванный вид другого (обратного) типа сфероидального сердечника индуктивное устройство в соответствии с существующим изобретением.

Рис. 17 - перспективный, взорванный вид другого имеющего форму куба сердечника индуктивное устройство в соответствии с существующим изобретением.

Рис. 18 - диаграмма схемы, показывая связи с катушками имеющего форму куба или сфероидального сердечника индуктивное устройство в соответствии с воплощением существующего изобретения.

Рис. 19 - граф индуктивности как функция тока в катушках имеющего форму куба сердечника индуктивное устройство с соединением катушек как показано в рис. 18.

Рис. 20 - граф индуктивности как функция тока в катушках сфероидального сердечника индуктивное устройство с соединением катушек как показано в рис. 18.

Рис. 21 - диаграмма схемы для ортогонального полевого трансформатора в соответствии с воплощением существующего изобретения.

Рис. 22 - диаграмма схемы для ортогонального полевого индуктивного устройства, в соответствии с другим воплощением существующего изобретения, показывая его использование для того, чтобы определить коэффициенты Fourier в периодическом сигнале.

Рис. 23 - диаграмма схемы для ортогонального полевого индуктивного устройства, в соответствии с все еще другим воплощением существующего изобретения, показывая его использование как переменная задержка.

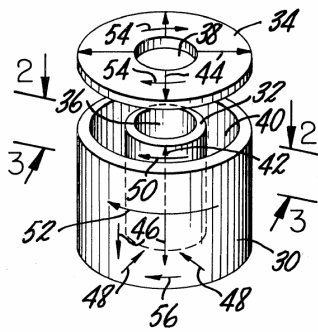


FIG. 2

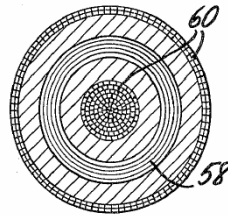


FIG. 3

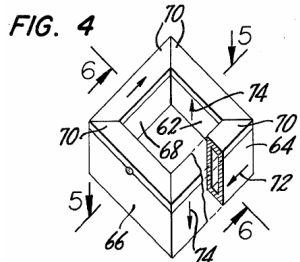
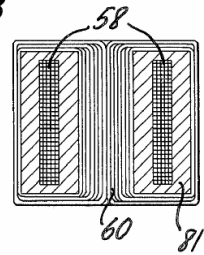


FIG. 5

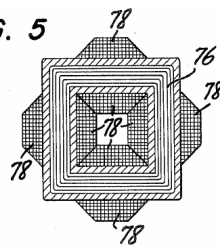


FIG. 6

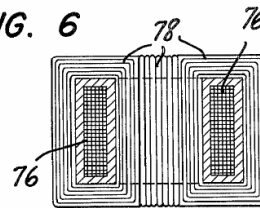


FIG. 7

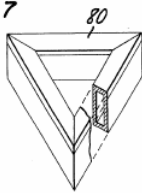


FIG. 12

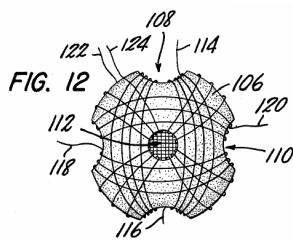


FIG. 13

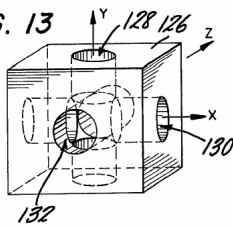


FIG. 14

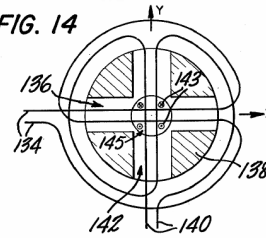


FIG. 16

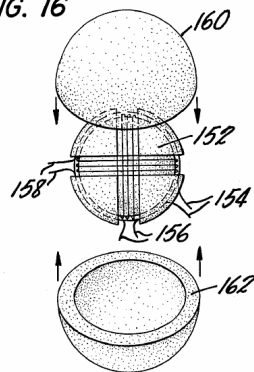


FIG. 17

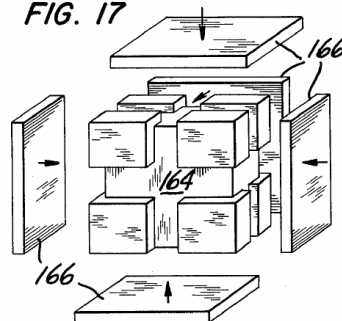
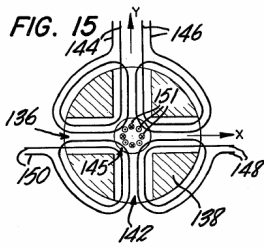


FIG. 15



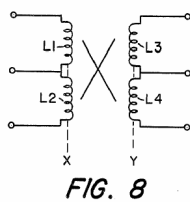


FIG. 18

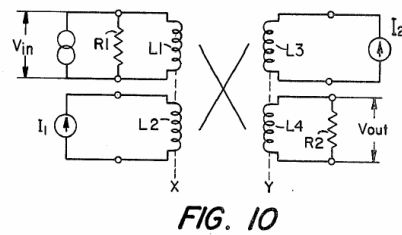
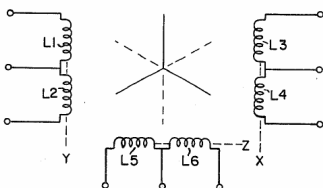


FIG. 10

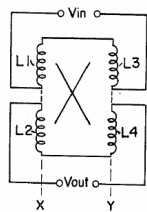


FIG. 21

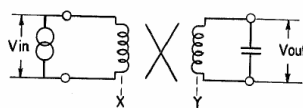


FIG. 22

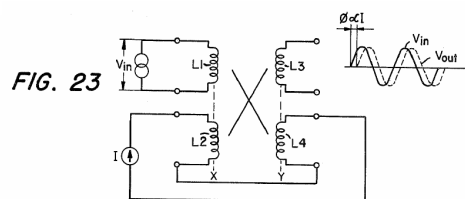


FIG. 23

FIG. 9

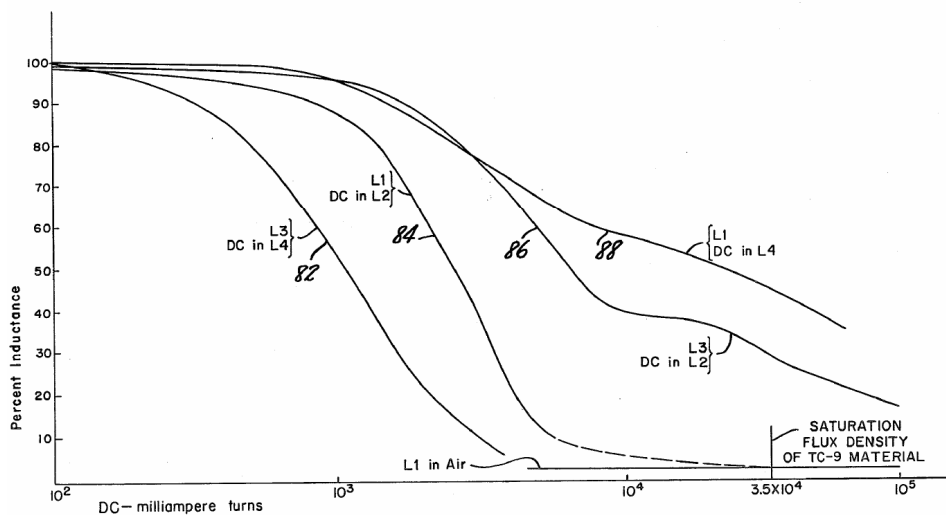


FIG. 20

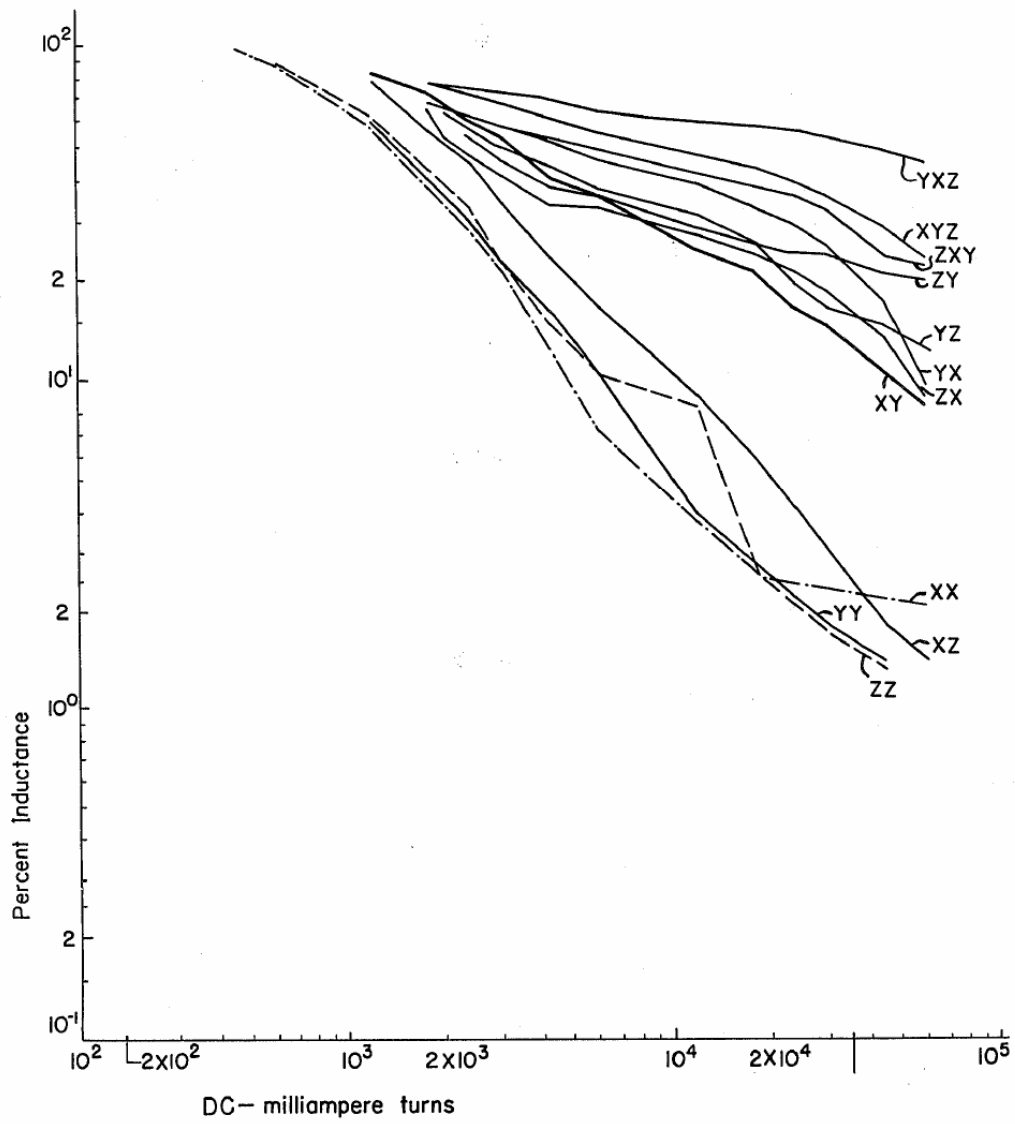


FIG. 19

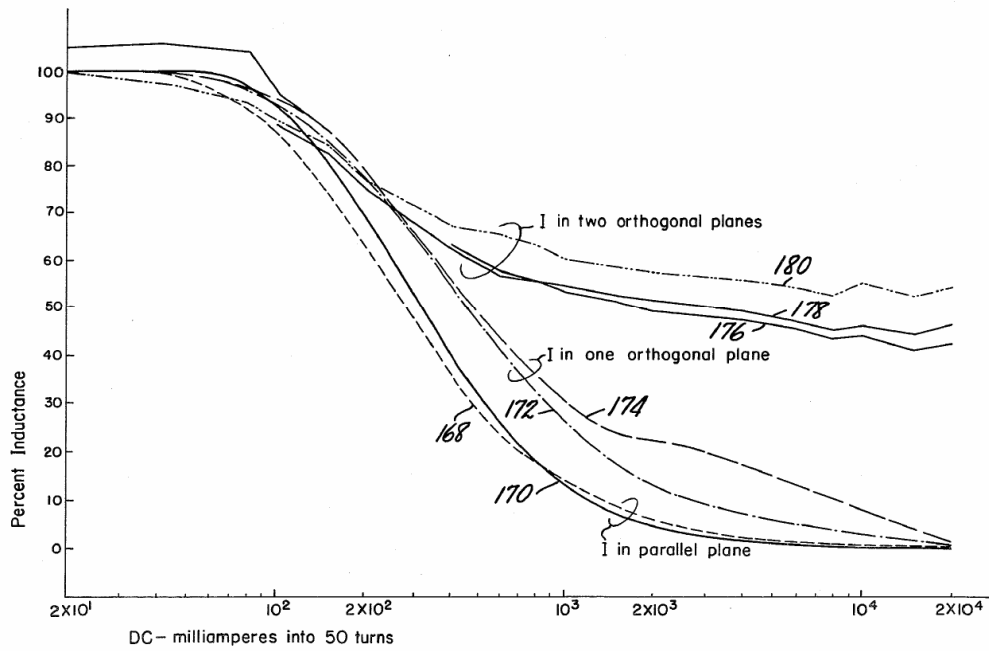
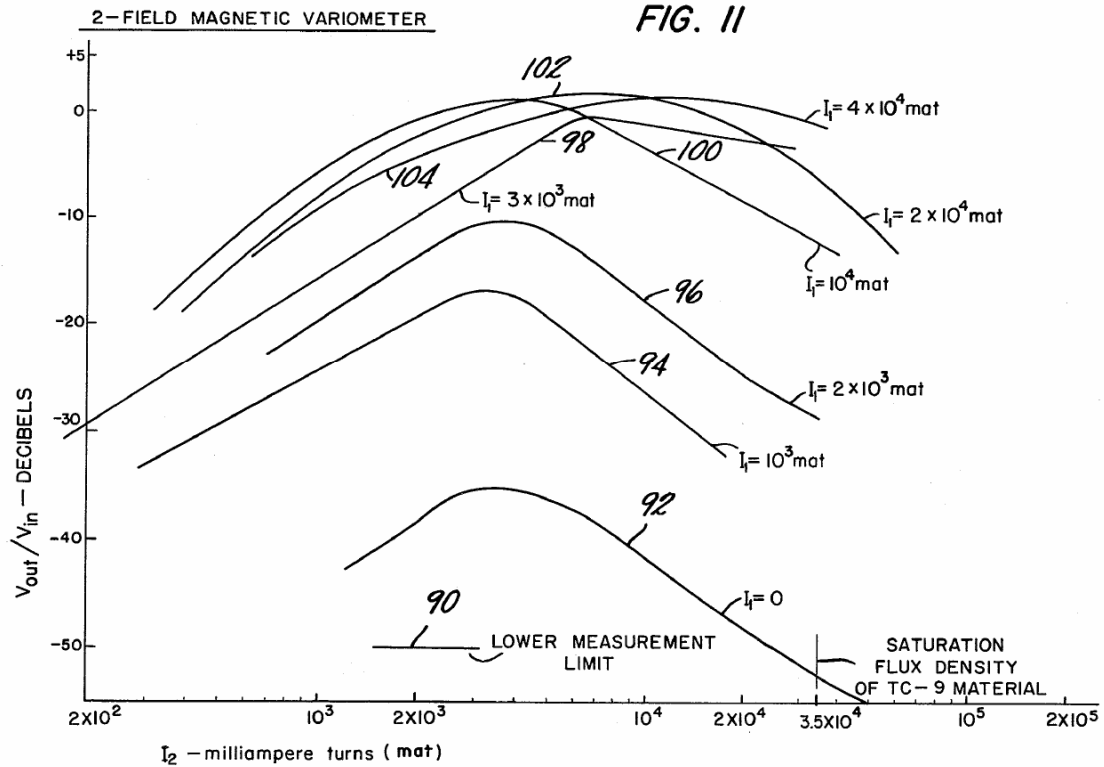


FIG. II



ОПИСАНИЕ ВОПЛОЩЕНИЙ ПРЕДПОЧТЕНИЯ

Воплощения предпочтения индуктивного устройства согласно существующему изобретению будут теперь описаны в отношении рисунка. 1-23 из рисунков. В каждой из конфигураций устройства, существенно весь материал сердечника подчинен или двум или трем ортогональным магнитным полям. Некоторые основные принципы относительно этих устройств будут описаны, и множество полезных применений предложено. Однако, это не предназначено, что существующее изобретение ограничено определенными раскрытыми применениями. Существующее изобретение, которое имеет отношение со структурами для того, чтобы создать два и трехмерными магнитными полями, является восприимчивым к фактически безграничному числу практических применений, и это предназначено, чтобы включить все такие применения в пределах его возможностей. В целях последующего обсуждения, полезно определить два типа электрических обмоток: обмотка "типа А" и обмотка "типа В". Обмотка состоит из так многих витков изолированного провода, как необходимы или желательны в специфическом вовлеченном применении.

Обмотка типа А определена как обмотка, которые покрывают ферромагнитный материал, в то время как это, непосредственно, только частично покрыто материалом. Примеры обмоток типа А - обмотки соленоида (стержневой магнит) и обмотки, помещенные в тороид, или в "С-сердечник". С-сердечник может рассматриваться как сглаженный тороид, который вырезан, чтобы разрешить, чтобы половина стального поперечного сечения, которое будет окружено катушкой намотала катушку.

Обмотка типа В определена как обмотка, которая и покрывать магнитный материал и самостоятельно покрыт материалом. Как пример, обмотка типа В найдена в сердечнике горшка. Такой сердечник содержит наматывающуюся катушку, используемую, чтобы стимулировать материал сердечника. Сердечник горшка может рассматриваться как тороид вырезки - то есть, "О-образное поперечное сечение" - вращаемый через 360 ° о линии, которая является тангенсом к одному краю. Эта линия формирует центральную ось сердечника горшка и, таким образом, катушка в пределах этого. Если внутренний диаметр катушки должен быть увеличен, вращение может быть выполнено далеко от оси катушки, чтобы произвести недействительную параллель к оси вращения. Результат - сердечник горшка с центральным отверстием, которое может использоваться, чтобы установить сердечник или приспособить его индуктивность.

Типичный сердечник горшка иллюстрирован в рис. 1. Сердечник, который может быть сделан из феррита, стали или некоторого другого ферромагнитного материала, включает внешнюю цилиндрическую стену горшка 30, центр выполняют 32, и горшок покрывают 34. Стержень центра 32 можно обеспечить в его центре с выполненным отверстием 36 и покрытием 34 с отверстием покрытия 38. Кольцевое пространство 40 сформировано между стеной горшка 30, и центр выполняют 32. В этом пространстве устроен катушка (не показанный), который поддерживает одну или более катушек соответственно проставленного размеры электрического провода. Может быть замечено, что, когда покрытие сердечника горшка 34 находится в месте, катушке катушки или наматывает форму обмотка типа В, потому что они полностью покрыты материалом сердечника. Магнитное поле, произведенное этим типом В, наматывающим проходы вверх через центр выполняет как обозначено стрелкой 42, внешне поперек покрытия как обозначено стрелками 44, снаружи в стене горшка как обозначено стрелками 46, и внутри на основании как обозначено стрелками 48. Поле может, конечно, пройти в противоположном направлении в зависимости от направления потока тока через обмотку.

Теперь, так как выполненное отверстие 36 и отверстие покрытия 38 можно полагать, чтобы быть центральным отверстием тороида, возможно предоставить сердечнику горшка дополнительную обмотку, которая проходит через центральное отверстие в одном направлении и назад вокруг внешней стороны стены горшка 30. Такая обмотка будет обмоткой типа А, потому что это полностью не покрыто материалом сердечника горшка. Эта обмотка произведет кольцевые магнитные поля в стержне и стене горшка, как обозначено стрелками 50 и 52, соответственно, и круговыми магнитными полями в покрытии сердечника горшка и основании как обозначено стрелками 54 и 56, соответственно. Если и обмотки типа А и типа В будет возбужден в то же самое время, то два взаимно ортогональных магнитных поля будут присутствовать всюду в пределах материала сердечника горшка. Рисунок. 2 и 3 - поперечные частные виды сердечника горшка, показанного в рис. 1 с обмотками типа В и типа А в месте. Тип В, наматывающий 58 - простая катушка, которая, как упомянуто выше, является, обычно наматывают на катушке. Тип А, наматывающий 60 простирается через центр сердечника горшка (где все обмоточные витки сконцентрированы), и обернут вокруг внешней стороны с обмоточными витками, равномерно распределенными вокруг окружности сердечника.

Рис. 4 представляет конфигурацию сердечника в форме "полной рамки кадра", которая может быть или прямоугольна или квадратна во внешней форме (как показано). Этот магнитный сердечник сделан из четырех отдельных секций C-core 62, 64, 66 и 68 с их соединением концов вместе. Как сердечник горшка, каждая секция имеет покрытие 70, который удален, чтобы разрешить вставку обмотки типа В.

Направления магнитных полей, произведенных обмоткой типа В витка типа А показывают стрелки 72 и 74, соответственно. Будет замечено, что эта полная конфигурация сердечника рамки кадра - действительно прямоугольная версия сердечника горшка, имеющего большое отверстие центра.

Рисунок. 5 и 6 - горизонтальные и вертикальные секции через сердечник рис. 4 с обмотками типа В и типа А в месте. Тип В, наматывающий 76 может быть нагруженной катушкой, после которой части сердечника собраны и соединены так, чтобы "С" скреплялся и рама формируется. Тип А, наматывающий 78 - тогда тороидально наматывают. Идеально, устройство должно иметь равный А и В обмоточные нежелания и равняться А и В обмоточные области.

Рис. 7 иллюстрирует вариацию полого сердечника рамки кадра. Этот сердечник 80 является треугольным в форме, а не прямоугольным (квадрат), как - сердечник, показанный в рис. 4. Этот треугольный сердечник, конечно, построен и наматывать в той же самой манере.

От рассмотрения рисунка. 1-7 будет замечено, что все сердечники этих ортогональных полевых индуктивных устройств - фактически справедливые вариации той же самой основной структуры или геометрии. В каждом кожухе, сердечник сформирован из "О" имеющего форму поперечного сечения, вращаемого через 360 ° об оси, которая является раздельной от внешнего края поперечного сечения. Это вращение, закрытое окольное пространство в пределах "О" для обмотки типа В и окружает открытие, которое простирается по оси, для обмотки типа А. Как используется здесь, элемент "О" имеющее форму поперечное сечение предназначен, чтобы включить сформированные поперечные сечения коробки или любую другую форму, которая имеет открытие центра. Принимая во внимание, что в конфигурации сердечника горшка, иллюстрированной в рисунке. 1-3 "О" имеющее форму пересечение - секция - то есть., материал crosssection 81 обозначенный в рис. 3 - вращается в круг, чтобы сформировать цилиндрические поверхности, в воплощениях, иллюстрированных в рисунке.

4-7 "вращение" через 360 ° имеет место по прямым линейным сегментам и формирует последовательность плоских поверхностей или стен.

Индуктивные устройства, описанные выше будут в дальнейшем называть "двуосными", потому что магнитные поля, произведенные в пределах материала сердечника устройств простираются в двух ортогональных направлениях или параметрах. Эти ортогональные параметры могут рассматриваться как X и Оси Y Декартового набора координаты. Если, как имеет место с другими воплощениями, которые будут описаны ниже, третье ортогональное магнитное поле произведено в пределах материала сердечника, это поле может рассматриваться как распространение в третьем, или направлении координаты Z в ортогональном наборе координаты.

Рис. 8 - диаграмма схемы для сердечника горшка индуктивное устройство, показывая, что соглашение имело обыкновение указывать направления магнитного поля. Катушки L1 и L2 могут, например, сформировать обмотку типа В сердечника горшка. Они - бифилярная катушка, наматывают с одним концом каждого соединения катушки вместе. Катушки L3 и L4 таким образом формируют обмотку типа А и - бифиляр, наматывают непосредственно на сердечнике. В диаграмме схемы, катушки L1 и L2 производят магнитное поле в направлении X, тогда как катушки L3 и L4 производят магнитное поле в направлении Y. Материал сердечника представлен между катушками "X", который также указывает перекрестные поля в пределах сердечника.

Рис. 9 - граф, показывая кривые индуктивности для стандарта 18x11 сердечник горшка мм, поддерживающий и тип А и обмотку типа В. Этот специфический сердечник был куплен от генерала Индианы под образцовым Номером FI 146-1. Сердечник сделан из материала TC-9, формовавшего ферритового порошка, который насыщает в 3.5 x 104 витка milliamperе тока.

Обмотки типа А и типа В были бифиляр, наматывают и соединение как показано в рис. 8. L1 и L2 (формирующийся тип В, наматывающий в сердечнике) был каждый 50 витков провода на катушке. L3 и L4 (обмотка типа А через центральное отверстие и вокруг внешней стороны сердечника горшка) были каждым 35 витков с 10 шагами °. Первоначально, сопротивление и индуктивность этих катушек были измерены следующим образом:

Катушка	Сопротивление (омы)
L1	.633
L2	.639
L3	1.085
L4	1.092
Катушка	Индуктивность (henrys)
L1	13.05 X 10 ⁻³
L2	13.085 X 10 ⁻³
L3	10.83 X 10 ⁻³
L4	10.83 X 10 ⁻³
L1 + L3	24.1 X 10 ⁻³
L2 + L3	24.10 X 10 ⁻³

Индуктивность каждой катушки была измерена, применяясь синусоидальный сигнал предписанного напряжения в различных частотах к катушке, помещенной последовательно с резистором. Индуктивное реактивное сопротивление X_L , был определен от отношения напряжения поперек катушки к току через катушку (определенный от напряжения поперек резистора). Индуктивность была тогда вычислена, используя формулу:

$$L = X_L / (2\pi F)$$

где X_L находится в омах, частота F находится в Herz, и L находится в henrys. Все эти основанные на вере значения индуктивности были подтверждены, используя общий Радио-мост индуктивности.

После того, как начальная индуктивность была зарегистрирована, индуктивность L1 и L3 была измерена как функция витков milliamperе постоянного тока в L2 и L4. Изогните 82 показ индуктивность L3 как функция тока постоянного тока в L4; изогните 84 показ индуктивность L1 как функция тока постоянного тока в L2; изогните 86 показ индуктивность L3 как функция тока постоянного тока в L2 и изогните 88 показ индуктивность L1 как функция тока постоянного тока в L4. Эти данные удивительны, потому что они указывают, что ток постоянного тока в обмотке типа А имеет только второй эффект порядка на индуктивность обмотки типа В, и ток постоянного тока в обмотке типа В имеет только второй эффект порядка на индуктивность обмотки типа А.

Поведение индуктивности обмотки к постоянному току в ее собственной обмоточной плоскости соответствует известным изданным данным. Как показывается в рис. 9, взаимная индуктивность между А и обмотками В - по

существовать в отсутствии созданного поля тока постоянного тока в ортогональном направлении. Измерения тока переменного тока указывают действие трансформатора на приблизительно 0.2 % между А и обмотками В, 100 % между обмоточными катушками L3 и L4 (где каждый возбужден другим), и 100 % между В обмоточными катушками L1 и L2. Теоретически, перекрестная связь между переменным током стимулировала А, и обмотки В должны быть нулем. Маленькое сцепление (на 0.2 %) между А и обмотками В понятно должно, частично, к электростатическому, а не магнитному взаимодействию. Однако, потому что эта поперечная модуляция чрезвычайно низка, есть два фактически независимых индуктивных устройства, устроенные на том же самом сердечнике.

Должно быть отмечено, что кривые 82 и 84 так же как кривые 86 и 88 имеют по существу ту же самую форму. Это демонстрирует, что ферритовый материал сердечника является изотропическим (не кристаллографическим, например). Что еще более важно может быть замечено, что кривые 86 и 88 показывают приблизительно 50%-ая магнитная индуктивность в до н.э. уровень тока, где насыщенность заставляет индуктивность, представленную кривыми 82 и 84 уменьшать до минимума. Это указывает, что постоянное магнитное поле в ортогональном направлении имеет некоторый эффект, но не тот же самый эффект, как эквивалентное поле в направлении, в котором измерена индуктивность. Больше будет сказано об этом явлении здесь ниже в связи с рисунком. 19 и 20. Ввиду маленькой поперечной модуляции градуса, двусное индуктивное устройство согласно существующему изобретению может использоваться как два независимых трансформатора, работающих на том же самом магнитном сердечнике. Например, двумя независимыми регулированиями, конвертеры постоянного-тока-к-постоянному-току, каждый из которых требует трансформатора, можно управлять с одиночным устройством сердечника горшка, описанным в связи с рис. 1. Идеально, конвертеры должны иметь уравновешенный тип, чтобы не произвести никакого чистого постоянного тока в сердечнике. Однако, двумя законченными одним конвертерами, законченным одним конвертером и уравновешенным конвертером, так же как двумя уравновешенными конвертерами все успешно управляли на А-В, наматывают сердечник горшка.

Должно быть указано, что отверстие центра в стандартных ферритовых сердечниках горшка является слишком маленьким для оптимального исполнения. А и В обмоточные области так же как их нежелания должны быть сделаны равными для максимальной эффективности и использования материала сердечника.

Рис. 10 показывает другой способ соединить тип. В наматывающий (наматывает L1 и L2), и обмотка типа А, (наматывает L3 и L4) двусного индуктивного устройства. Вообще, если двусное устройство имеет два или больше, катушки и две или больше катушки В, один А и одна катушка В могут быть посвящены отдельной функции управления тока постоянного тока. Если одно из сохранения А или катушек В (входная катушка) будет возбуждено напряжением переменного тока, то ток постоянного тока будет фактически управлять амплитудой напряжения, появляющегося в катушке выхода, ортогональной к входной катушке. Результат - "вариометр", или переменный трансформатор выхода без контактов в траектории мощности.

Рис. 11 - граф, показывая этот эффект управления для двусного устройства сердечника горшка, описанного в связи с рис. 1. В этом случае, катушки L1-L4 были связаны как показано в рис. 10 с резисторами R1 и R2 оба имеющие значения 100 омов. Как показано в рис. 10, входное напряжение переменного тока V_{in} был применен поперек R1 и L1 и выходного напряжения V_{out} , взятый поперек L4 и R2. Через ток постоянного тока управления I1 и I2 проходили L2 и L3, соответственно.

Граф в рис. 11 связывает выходное напряжение V_{out} со входным напряжением V_{in} (в децибелах), поскольку функция витков milliampere (цинковка) тока управления обращалась к L2 и L3. Ток I2 обращался к L3, составлен график по горизонтальной оси графа; ток I1 обращался к L2, обозначен на графе и предоставляет семью кривых 90-104. Как этот показ кривых, выход V_{out} в absense любого тока постоянного тока (I1=0, I2=0) был 50 децибелов. ниже на (0.1 %) от входа V_{in} . Увеличивая I1 и I2, выход V_{out} увеличился гладко, пока это не было равно входу V_{in} . Фаза выхода была уверенна или отрицательна, в зависимости от направления тока постоянного тока.

В этой манере возможно управлять мощностью переменным током постоянного тока в двусном трансформаторе. Применение тока постоянного тока изменяет сцепление трансформатора так, чтобы выход был управляем по 40-50 децибелам. диапазон (300/1). Этот диапазон сравнивает благоприятно с переменным трансформатором (Variac) наличие арматуры, которая тронута механически с одного конца трансформатора к другому. Кроме того, в отличие от механических вариометров, амплитуда выхода может быть изменена чрезвычайно быстро. Норма изменения зависит от нормы изменения тока постоянного тока I1 и I2 через катушки L2 и L3.

Из-за относительно низкой магнитной проницаемости феррита (приблизительно 1/6 той стали) двупольный вариометр должен был бы быть очень большим для низких частот. Поскольку магнитные поля вызывают электрические токи в пределах материала сердечника, важно держать эффективное удельное сопротивление материала высоко. Ферриты имеют естественно высокие удельные сопротивления, но сталь не делает. Поэтому желательно строить слоистую структуру из материала полосы листа, если низкие потери должны быть поняты с умеренным размером в низких частотах.

Во всех индуктивных устройствах, к настоящему времени описанных, два ортогональных поля произведены существенно всюду по материалу сердечника. Множество конфигураций устройства будет теперь описано, которые являются способными к созданию трех ортогональных магнитных полей существенно всюду по материалу сердечника. Эти конфигурации называют "трехмерными" устройствами, потому что поля простираются в трех ортогональных параметрах (X Y и Z) во всех точках в пределах материала.

Рис. 12 представляет трехмерное индуктивное устройство, сформированное из твердого сферического сердечника с тремя взаимно ортогональными отверстиями, которые сверлят через это. В то время как сердечник показанный как являющийся точно сферический, - то есть., с круговой окружностью wherever измеренный - это

может также быть "овальным" - то есть., эллипсоид революции. Все такие структуры, или точно сферические или не, предназначены, чтобы быть включенными, именуя сердечник как "сфероид".

В рис. 12, сфероидальный сердечник 106 имеет открытия 108, 110 и 112. Первый тип А, наматывающий 114-116 - наматывают через открытие 108; второй тип А, наматывающий 118-120 - наматывают через открытие 110; и третий тип А, наматывающий 122-124 - наматывают через открытие 112. Каждая обмотка, которая может состоять из одного или более проводов (катушки), проходит через отверстие, затем по поверхности сфероида и вернулась отверстие так много раз как требуется. Если только два отверстия - наматывают, два ортогональных магнитных поля будут возбуждены в сфероиде током в обмотках. Если три отверстия - наматывают, три взаимно ортогональных поля будут произведены.

Структура сердечника должна быть сделана из высокого материала ферромагнетика удельного сопротивления; например, феррит или вложение hemispherical оболочки стали трансформатора. Три взаимно ортогональных отверстия можно сверлить или формоваться в сфероид в течение изготовления. Каждое отверстие - тогда наматывают до степени, которая, в максимуме, 1/3 области отверстия является заполненной. Как показано в рис. 12, каждый виток обмотки передает по поверхности сфероида по различной траектории так, чтобы обмотки были существенно равномерно распределены по поверхности.

Для простоты изготовления, сфероидальный сердечник может быть изменен к кубу или, в общем кожухе, прямоугольному параллелепипеду. Такую имеющую форму куба структуру показывают в рис. 13. Этот куб 126, который сделан из феррита, имеет три ортогональных отверстия 128, 130 и 132 каждого прохождения через противоположные стороны и центр. Три обмотки типа А можно передать через эти отверстия, таким образом показанные в рис. 12, производить три ортогональных магнитных поля. Должно быть отмечено, что вырождение сферического сердечника в куб жертвует материальной эффективностью, поддерживая полевою симметрию. Эффективность ниже, потому что углы куба действительно не используются с той же самой плотностью магнитного потока. Однако, эти три магнитных поля остаются существенно ортогональными во всех точках в пределах сердечника.

Рисунок. 14 и 15 иллюстрируют альтернативные способы намотать трехмерный, индуктивный сердечник устройства, быть этим в форме сфероида или прямоугольного параллелепипеда. Рис. 14 представляет манеру, в которой являются катушки, наматывают в устройстве, показанном в рис. 12. Как обозначено, обмотка 134 проходов полностью через отверстие 136, который союзник в направлении Оси X, и возвращается вокруг внешней поверхности сердечника 138. Обмотка 140 простирается полностью через отверстие 142, выровненный в направлении Оси Y, и возвращается вокруг внешней поверхности сердечника 138. Треть, наматывающая 143 - наматывают через отверстие 145 выровненный в направлении Оси Z, таким образом идентичном показанной обмотке.

Рис. 15 иллюстрирует другой способ намотать сердечник 138. В этом случае, обмотки не проходят через одиночное отверстие сердечника, но делают 90 витков ° в центре. В частности обмотка 144 проходов в отверстие 136 в его входной стороне и отверстие 142 в его стороне выхода. Обмотка 146 проходов в отверстие 136 в его стороне выхода и появляется от отверстия 142 также в его стороне выхода. Таким образом, обмотка 144 может быть описана как (X1, Y2) обмотка, где приписка 1 обращается к входной стороне отверстия, приписка 2 обращается к стороне выхода, и приписка А определяет тип' обмотки. Используя это соглашение, обмотка 146 - (X2, обмотка Y2X4, тогда как обмотки 148 и 150 - (X2, Y1) а и (X1, Y1) обмотки, соответственно. Также возможно обеспечить обмотки отверстия поля Zaxis 151, которые являются (X1, Z1) а; (Y2, Z2) а; и т.д. Поскольку сфероид с тремя отверстиями имеет восемь симметрии сектора, определенные обмоточные комбинации избыточны.

Рис. 16 показывает трехмерное индуктивное устройство со сферическим сердечником, поддерживающим три обмотки типа В. Эта структура имеет внутренний сердечник 152 с обмотками 154, 156 и 158 устроенный в трех взаимно ортогональных углублениях. Внешние сердечники или оболочки 160 и 162 помещены по внутреннему сердечнику 152, таким образом покрывая и сердечник и обмотки.

Чтобы изготовить трехмерное индуктивное устройство, показанное в рис. 16, сфера ферромагнитного материала вырезана в половине и hemispherical секции, удаленной от каждой половины. Вторая сфера того же самого материала, имея диаметр, равный внутреннему диаметру первой сферы, формируется или подвергнута машинной обработке так, чтобы три ортогональных кольцевых углубления обеспечились в ее поверхности. Каждое углубление - тогда половина (или меньше) заполненный обмоткой, и большая сфера повторно собрана по меньшему, наматывают сферу. Ведение принесено к внешней стороне через маленькие отверстия в интерфейсе между большими половинами сферы. Собранный сфера может рассматреться как три пары тороидов, каждая пара, разделяющая 100 % магнитного материала сердечника.

Чтобы уверять существенно равную плотность потока всюду по устройству, объем внешней сферы должен быть сделан равным объему внутренней сферы. Если количество материала, удаленного, чтобы установить углубления является маленьким (и можно пренебречь), внешний диаметр внешней сферы должен быть 2 1/3 разами диаметр внутренней сферы, или в 1.26 раза больший.

Снова, для простоты изготовления прямоугольный параллелепипед или конфигурация куба могут использоваться вместо сфероида или сферы. Показы рис. 17, как имеющий форму куба сердечник может быть вырезан и собран. Эта структура построена, радуя все стороны внутреннего куба 164 и обеспечивая три обмотки, таким образом описанные выше в связи с рис. 16. После обмотки, внутренний куб покрыт на всех сторонах пластинами 166 из ферромагнитного материала. Эта специфическая структура должна быть сделана из феррита, так как потери были бы чрезмерными в стали.

Рисунок. 12 и 13 представляют индуктивные структуры устройства, которые приспособливают только обмотки типа А. Рисунок. 16 и 17 представляют структуры устройства, которые приспособливают только обмотки типа В.

Легко замечено, что структура рис. 12 или 13 может быть объединена со структурой рис. 16 или 17, соответственно, обеспечивать и А и обмотки В на том же самом сердечнике. Таким образом, трехмерное индуктивное устройство может быть или ААА, ААВ, УТКОМ, или ВВВ относительно обмотки типа, если все три обмотки присутствуют. Если меньше чем все обмотки используются, устройство может быть АА, АВ, или ВВ; то есть, двусное индуктивное устройство. Выбор обмотки типа будет зависеть от специфического вовлеченного применения.

Принимая во внимание, что одноосное индуктивное устройство имеет одиночную петлю гистерезиса, двусное устройство имеет две петли гистерезиса, и трехмерное устройство имеет три. Это поэтому весьма выполнимо, основано на наблюдаемом *gemonances*, строить 2-битовую и 3-битовую память, используя двусное или трехмерную структуру устройства. Идеально, биты должны быть связаны с отдельными словами, потому что есть скромное взаимодействие между обмотками, которые указали бы потенциальную проблему поперечной модуляции. Как пример, ААА наматывает сферу, или куб может использоваться в памяти "сердечника", чтобы обеспечить тем разам плотность памяти обычной памяти сердечника.

Рис. 18 показывает одно воплощение схемы для трехмерного индуктивного устройства; например, типа, иллюстрированного в рисунке. **12-17**. Обмотки для того, чтобы производить магнитные поля в X и направлениях Y идентичны показанным в рис. 8. Только катушки L5 и L6 были добавлены чтобы произвести поле в направлении Оси Z.

Представьте одноосные магнитные схемы, преобразовывают или хранят энергию в одиночном магнитном поле. Это кажется от рис. 9, что двусное поле способно к увеличению плотности энергии в индуктивном устройстве. Рисунок. 19 и **20** показав, что это также имеет место для трехмерного поля. Фактически, данные демонстрируют, что чрезвычайно высокая плотность потока может быть достигнута в двух ортогонально склонных направлениях с незначительным предсказуемым эффектом на индуктивную собственность остающегося ортогонального направления.

Рис. 19 - граф особенностей индуктивности ферритового куба на 25 мм, стимулируемого с постоянным током в одном или более ортогональных плоскостях, поскольку функция миллиампер обращалась к каждой обмотке. Этот специфический куб был вырезан от генерала Индианы сердечник, имеющий образцовый Номер F2141-1. Три ортогональных отверстия, 8 мм в диаметре, сверлили через ферритовый материал, и каждое отверстие было бифилиаром, наматывают таким образом показанный в рис. 14 с 50 витками Номера 30 провод AWG. Индуктивность была измерена таким образом описанная выше, в связи с кривыми рис. 9, используя схему рис. 18.

Кривые **168** и **170** показывают индуктивность двух обмоток устройства как функция возбуждения постоянного тока в той же самой плоскости; то есть индуктивность L1 и L3 как функция тока постоянного тока обращалась к L2 и L4, соответственно. Кривые **172** и **174** показывают индуктивность каждой обмотки как функция возбуждения в одной ортогональной плоскости; то есть, индуктивность L1 и L3 как функция тока постоянного тока обращалась к L4 и L2, соответственно. Эти четыре кривые близко напоминают измерения индуктивности, сделанные с двусным устройством сердечника горшка, которые представлены в рис. 9. Кривые **168** и **170** с одной стороны, и **172** и **174** на другом, являются существенно параллельными, но перемещены slightly из-за ошибок изготовления и измерения.

Кривые **176** **178** и **180** показанный индуктивность ортогональных катушек L1, L3 и L5, соответственно, с возбуждением постоянного тока в двух ортогональных плоскостях. Таким образом, индуктивность катушки L1 была измерена, поскольку функция идентичного тока постоянного тока обращалась к L4 и L6; индуктивность L3 была измерена, поскольку функция идентичного тока постоянного тока обращалась к L2 и L6; и индуктивность L5 была измерена, поскольку функция идентичного тока постоянного тока обращалась к L2 и L4. При таких условиях возбуждения, была очень задержана норма спада индуктивности. Как практический вопрос, просто не мог насыщаться материал сердечника. Его свойства индуктивности продолжали уменьшаться гладко в имеющей размеры плоскости, в то время как плоскости под правильным углом к этому были возбуждены далеко выше того, что будет плотностью насыщенности для одноосного магнитного поля.

В то время как данные были получены для трехмерной индуктивной структуры устройства, имеющей ААА обмоточная конфигурация, ожидается, что обмотки типа В, во всяком случае, далее уменьшили бы норму спада индуктивности из-за их сниженного нежелания.

Рис. 20 показывает кривые индуктивности для ферритового сфероид на 23 мм. Этот сердечник был сделан от куба на 25 мм, полученного от секции генерала Индианы сердечником, имеющим образцовый Номер F2141-1. Куб был помещен в токарный станок и стерся, чтобы сформировать три ортогональных цилиндра; предварительно три отверстия на 8 мм сверлили через сердечник, ортогональный и параллельный заключительным цилиндрическим сторонам. Можно показано, что куб, который превращен таким образом, - в пределах 8 % прекрасной сферы. В специфическом сердечнике, столь сделанном для испытания, полагается, что одна или более волосных трещин были созданы в ферритовом материале, потому что полученные данные были немного беспорядочны.

После создания сердечника, все три отверстия были бифилиаром, наматывают таким образом показанный в рис. 14 с 30 витками Номера 30 провод AWG. Трехмерное индуктивное устройство было тогда проверено, используя схему, показанную в рис. 18.

Индуктивность обмотки на каждой оси сформулирована в графе рис. 20. Кривые представлены X, Y или координатами Z, с которыми они имеют отношение. Первое алфавитное (X, Y или Z) указывает ось обмотки, на которой было сделано измерение индуктивности. *alphabetics* после первого указывают ось или параметры, на

которые был применен ток постоянного тока. Горизонтальная координата графа определяет постоянный ток milliampere витки. В особенности:

(1) эти XX, YY и кривые ZZ определяют индуктивность, измеренную в той же самой плоскости, поскольку ток постоянного тока произвел поле;

(2) XY, YZ, YX, YZ, ZX и кривые ZY определяют индуктивность, измеренную в плоскости в 90° на плоскость постоянного тока; и

(3) XYZ, YXZ и кривые ZXY определяют индуктивность, измеренную в одной плоскости, в то время как идентичный ток постоянного тока был применен в двух ортогональных плоскостях.

Кривые показывают определенный градус дисперсии, не найденной в измерениях, взятых с имеющим форму куба трансформатором идентичного материала, описанного выше в связи с рис. 19. Полагается, что эта дисперсия была вызвана волосной трещиной или трещинами, созданными тройным цилиндрическим процессом производства, как упомянуто выше.

Однако, несмотря на немного беспорядочные результаты, кривые в рис. 20 демонстрируют, что применение постоянного тока произвело поле в двух ортогональных плоскостях, существенно увеличил магнитную эффективность в первой плоскости. В это время, не известен предел плотности потока в ферритовом сердечнике, которым управляют в этой манере. Однако, кривые рис. 20 указывают, что феррит может работать над плотностью потока стали без параллельной насыщенности. Это - усовершенствование фактора 5, принимая плотность насыщенности 3500 гауссов для феррита и 18 000 гауссов для стали.

Одно весьма очевидное применение для трехмерного индуктивного устройства со сниженным спадом индуктивности, вызванным произведенными ортогональными полями двух постоянных токов находится в области трансформатора тока. Трансформаторы тока обычно состоят из тороида, имеющего две отдельных обмотки, одна из которых состоит из низкого (вообще 1 виток) число витков. Другая обмотка состоит из множества витков, свойства которых (вызванное напряжение или ток) проверены, чтобы указать то, что случается в другой обмотке. Чтобы сохранять линейность, плотность потока весьма низка. Если одиночный виток закреплен петлей через два отверстия трех полевых сердечников, и третье отверстие используется, чтобы поддержать обмотку измерения, кажется, что требование плотности потока чрезвычайно смягчено, таким образом разрешая конструкцию устройств меньшего размера при той же самой оценке. Параметр, который будет измерен - индуктивность обмотки в третьей плоскости.

Фактически есть фактически безграничное число применений для трехмерного индуктивного устройства согласно существующему изобретению. Из-за сниженного спада в движении плотность из-за ортогональных полей, возможно строить трансформатор, который является способным к передаче большего количества мощности чем обычные, одноосные трансформаторы того же самого размера. Также возможно строить магнитный вариометр с тремя полями, используя принципы, описанные выше в связи с рисунком. 10 и 11 для двупольного вариометра.

Определенное применение такой структуры было бы автономным трансформатором, который является способным к поддержанию постоянного выходного напряжения (например, 110 вольт). Все еще другое применение трехмерного устройства должно обеспечить три независимых трансформатора на том же самом сердечнике. Например, три отдельных конвертера постоянного-тока-к-постоянному-току могут быть построены, используя три трансформатора в по существу пространстве одного.

Рисунок. 21, 22 и 23 схемы показана изображают схематически для трех дополнительных применений существующего изобретения. Эти рисунки иллюстрируют определенные использования двусосного индуктивного устройства, имеющего один или многократные катушки в каждой обмотке.

Рис. 21 иллюстрирует применение индуктивного устройства как трансформатор мощности. Показанная схема является представительной для класса схем, которые разрешают емкости ампера вольт трансформатора быть увеличенной, не увеличивая размер сердечника трансформатора. Принимая во внимание, что в обычных трансформаторах магнитное поле произведено в одном направлении только, в соответствии с существующим изобретением, дополнительная энергия может быть сохранена в сердечнике трансформатора, производя магнитные поля в двух или трех ортогональных направлениях.

В трансформаторе, показанном в **рис. 21**, первичная схема, включающая соединение ряда наматывает L1, и L3 производит поля в X и в направлениях Y. Изменения в магнитном поле в направлении X вызывают напряжение в катушке L2, и изменения в поле в направлении Y вызывают напряжение в катушке L4. Этот L2 катушек и L4 также связаны или последовательно так, чтобы вызванные напряжения были добавлены, чтобы произвести выходное напряжение *Vout*.

В то время как рис. 21 иллюстрирует использование двусосного индуктивного устройства как трансформатор, весьма очевидно, что трехмерное устройство может быть связано в подобной манере далее увеличить емкость трансформатора. В этом случае, катушки, L1, L3 и L5 в X, Y и обмотках Z, соответственно, связаны, чтобы сформировать первичную схему, и катушки L2, L4 и L6 X, Y и обмоток Z, соответственно, связаны, чтобы сформировать вторичную схему. В первичной схеме или двусосного или трехмерного трансформатора катушки могут быть связаны или последовательно, как показано в рис. 21, или параллельно. Точно так же катушки во вторичной схеме могут быть связаны или последовательно, как показано в рис. 21, или параллельно.

Обычный способ увеличивать емкость ампера вольт, и уменьшать потери в, одноосный трансформатор должен был увеличить размер стального сердечника. Увеличение размера сердечника в трансформаторе, не увеличивая витки ампера в первичной схеме уменьшает потери трансформатора, уменьшая плотность потока магнитного поля. Работая ниже на насыщенности (гистерезис) кривая потери из-за насыщенности уменьшены. Например, для стали, которая насыщает в 18 000 гауссов, возможно уменьшить максимальную плотность магнитного потока от 14 000 гауссов до 12 000 гауссов, увеличивая измерения магнитного сердечника. Такое сокращение в

движении плотность уменьшает потери от 10 % до 5 %, соответственно. Согласно существующему изобретению, потери из-за насыщенности в трансформаторе могут быть уменьшены, не увеличивая размер сердечника, делая витки ампера между двумя или тремя ортогональными направлениями. Таким образом, в случае двусосного трансформатора, плотность магнитного потока в каждом направлении - половина плотности потока, требуемой для одноосного трансформатора. В случае трехмерного трансформатора, плотность потока в данном направлении уменьшена фактором 3. Поэтому возможно работать в более низкой точке на кривых гистерезиса для двух или трех ортогональных направлений.

Практически, первичные схемы двусосных и трехмерных трансформаторов согласно существующему изобретению будут разработаны, чтобы произвести магнитные поля, в двух или трех ортогональных направлениях, достаточной плотности потока, чтобы частично насыщать сердечник в ортогональных направлениях. Заявленный иначе, магнитные поля будут иметь достаточную плотность потока, чтобы управлять сердечником в нелинейные части его кривых гистерезиса для двух или трех ортогональных направлений. Поэтому количество энергии, сохраненной в трансформаторе будет ближе к теоретическому максимуму для материала.

Рис. 22 представляет двусосное индуктивное устройство с обмоткой выхода в одном ортогональном направлении, настроенном lowloss емкостной нагрузкой. Если периодический входной сигнал, B_{in} применен к входной обмотке этой схемы, амплитуда выхода, сигнализирует, что V_{out} будет приблизительно равен коэффициентам Fourier гармоники входной формы волны. Таким образом, например, если схема выхода настроена к F_0 и входу, возбужден квадратным сигналом волны B_{in} , который охвачен в частоте от F_0 вверх, синусоидальный сигнал выхода, V_{out} появится в F_0 , $2F_0$, $4F_0$, $8F_0$, и т.д. с пиковой синусоидальной амплитудой приблизительно, равняется коэффициенту амплитуды соответствующей гармоники. Снова, если пилообразный сигнал, B_{in} применен к входной обмотке и ее частоте, будет охвачен вверх от F_0 , синусоидальный сигнал выхода, V_{out} появится в F_0 , $3F_0$, $5F_0$, и т.д. с амплитудой этого сигнала, представляющего соответствующий коэффициент Fourier в каждой частоте. Если синусоидальный сигнал применен к входу - то есть, сигнал без гармоники - и ее частоты охвачен, сигнал выхода появится только в фундаментальном F_0 . Настроенная частота F_0 может быть изменена или применяясь двусосный ток постоянного тока или выбирая другой конденсатор.

Рис. 23 показывает схему для двусосного индуктивного устройства, которое разрешает фазе сигнала выхода управляться независимо от входной частоты. Как очевидно в рисунке, синусоидальный входной сигнал, B_{in} применен поперек катушки, которую L_1 и полученный выход сигнализируют, V_{out} взят от катушки L_3 . Идентичный ток постоянного тока, я, передают через катушки L_2 и L_4 . Если ток $I=0$, V_{out} будет синусоидальным сигналом, имеющим ту же самую фазу как, но сниженную амплитуду от B_{in} . Как ток я увеличен, и амплитуда и фаза Φ сигнала, V_{out} увеличены. Фактически, фаза Φ V_{out} относительно B_{in} увеличивается в существенно прямой пропорции к току I приблизительно до 360° . Таким образом, двусосное устройство может использоваться как переменный элемент задержки, чтобы управлять фазой сигнала выхода относительно входного сигнала. В то время как там были описаны, что, как полагают, является воплощениями предпочтения существующего изобретения, квалифицированные в искусстве признают, что другие и дальнейшие воплощения могут быть построены, не отступая от духа изобретения. Например, в то время как определенные применения были упомянуты и описаны, двусосные и трехмерные индуктивные устройства согласно изобретению могут использоваться во многих других применениях также. Кроме того, в то время как определенные конфигурации устройства показали и описаны подробно, эти структуры не исчерпывают возможности для того, чтобы понять двусосные и трехмерные индуктивные устройства. Следующие заявления поэтому предназначены, чтобы покрыть все такие воплощения, конфигурации, схемы, и т.п. которые находятся в пределах истинного духа и возможностей изобретения. Мы требуем:

1. Индуктивное устройство, включающее в комбинации: магнитный сердечник сформировался из ферромагнитного материала; индуктивный означает чтобы произвести первое магнитное поле в закрытой траектории существенно всюду по сказанному сердечнику; индуктивный означает чтобы произвести второе магнитное поле в закрытой траектории существенно всюду по сказанному сердечнику; в чем сказанное первое поле существенно ортогонально к сказанному второму полю во всех точках в пределах сказанного сердечника; и средства для того, чтобы управлять одним из сказанных магнитных полей, чтобы уменьшить норму спада индуктивности индуктивного средства, которое производит другое ортогональное поле, увеличивая индуктивное сцепление между индуктивными средствами.
2. Устройство, определенное в заявлении 1, далее включая индуктивные средства чтобы производить третье магнитное поле в закрытой траектории существенно всюду по сказанному сердечнику, сказало третье поле, являющееся существенно ортогональным к сказанному сначала и вторые поля во всех точках в пределах сказанного сердечника.
3. Устройство, определенное в заявлении 1, в чем сказало, что средство для того, чтобы управлять одним из магнитных полей включает средства для того, чтобы течь ток постоянного тока через одно из сказанных индуктивных средств чтобы уменьшить норму спада индуктивности индуктивного средства, которое производит магнитное поле в ортогональном направлении.
4. Устройство, определенное в заявлении 1, в чем сказало, что индуктивные средства включают обмотку, соединяющую терминалов со входным напряжением и ортогонально-связанной обмоткой, выводившей терминалы, и в котором средство для того, чтобы управлять одним из сказанных магнитных полей включает обмотку, ортогональную в индуктивные средства, индуктивностью которых нужно управлять и соединяющие терминалы к напряжению смещения постоянного тока.

5. Устройство, определенное в заявлении 1, в чем сказал, что сердечник - цилиндрический сердечник горшка полый тороидальной формы, приспособляющей одно индуктивное средство в полый части этого и другом индуктивном средстве вокруг внешней стороны тороида, сказал сердечник, являющийся делимым, чтобы обеспечить доступ к полю интерьеру.
6. Устройство, определенное в заявлении 1, в чем сказал, что сердечник - непрерывная полая рама, имеющая множество ног и в каком индуктивное средство является обмоткой типа В, приспособленной в пределах полой рамы, и другой-, обмотка типа наматывает на ногах сердечника.
7. Устройство, определенное в заявлении 1, в чем каждое из сказанных индуктивных средств включает пару обмоток и включая средства, соединяющие обмотка одного индуктивного средства последовательно с обмоткой других индуктивных средств.
8. Устройство, определенное в заявлении 7, в чем сказал, что управление средствами включает средства для того, чтобы течь, ток округа Колумбия через сказанный ряд соединял ортогональные обмотки.
9. Устройство, определенное в заявлении 1 или 2, в чем внешняя поверхность сказанного сердечника - сфероид.
10. Устройство, определенное в заявлении 9, в чем сказал, что внешняя поверхность является существенно сферической.
11. Устройство, определенное в заявлении 1 или 2, в чем внешняя поверхность сказанного сердечника - прямоугольный параллелепипед.
12. Устройство, определенное в заявлении 11, в чем сказал, что внешняя поверхность - куб.
13. Устройство, определенное в заявлении 1, в чем сказал, что средства для того, чтобы производить сказали сначала, и вторые поля включают первую и вторую электрическую обмотку, соответственно.
14. Устройство, определенное в заявлении 2, в чем сказал, что средства для того, чтобы производить сказали сначала, вторые и третьи поля включают первую, вторую и третью электрическую обмотку, соответственно.
15. Устройство, определенное в заявлении 13, в чем сказал, что сердечник сформирован из "О" имеющего форму поперечного сечения, вращаемого через 360 ° об оси, которая является раздельной от внешнего края сказанного поперечного сечения, таким образом покрывая околное пространство и окружая открытие, простирающееся по сказанной оси; в чем сказанная первая обмотка - обмотка типа В, устроенная в пределах сказанного околного пространства; и в чем сказал, что вторая обмотка - обмотка типа А, простирающаяся через сказанное открытие и вокруг внешней поверхности сказанного сердечника.
16. Устройство, определенное в заявлении 13 или 14, в чем сказал, что сердечник - тело, имеющее по крайней мере два отверстия, проходящие через это в ортогональных направлениях; в чем сказанная первая обмотка - обмотка типа А, проходящая через по крайней мере одно из сказанных отверстий и вокруг внешней поверхности сказанного сердечника; и в чем сказал, что вторая обмотка - обмотка типа А, проходящая по крайней мере через одно другие из сказанных отверстий и вокруг внешней поверхности сказанного сердечника.
17. Устройство, определенное в заявлении 14, в чем сказал, что сердечник - тело, имеющее три отверстия, проходящие через это в ортогональных направлениях, и в чем сказал сначала, вторые и третьи обмотки - обмотки типа А каждое распространение, соответственно, через по крайней мере одно из сказанных отверстий и вокруг внешней поверхности сказанного сердечника.
18. Устройство, определенное в заявлении 13 или 14, в чем сказал, что сердечник - прямоугольный параллелепипед, включающий внутренний сердечник прямоугольной формы параллелепипеда, имеющей по крайней мере два углубления, простирающиеся ортогонально вокруг ее внешней поверхности и внешнего приложения оболочки и в контакте с поверхностью сказанного внутреннего сердечника; и в чем сказал сначала, и вторые обмотки каждый устроены, соответственно, в одном из сказанных углублений.
19. Устройство, определенное в заявлении 14, в чем сказал, что сердечник - прямоугольный параллелепипед, включающий внутренний сердечник прямоугольной формы параллелепипеда, имеющей три углубления, простирающиеся ортогонально вокруг ее внешней поверхности и внешнего приложения оболочки и в контакте с поверхностью сказанного внутреннего сердечника; и в чем сказал сначала, вторые и третьи обмотки каждый устроены, соответственно, в одном из сказанных углублений.
20. Устройство определило в заявлении 16, в чем каждая из сказанных обмоток входит и выходит из сердечника через то же самое отверстие.
21. Устройство определил в заявлении 16, в чем каждая из сказанных обмоток вступает, сказал сердечник через одно отверстие и выход от другого.
22. Устройство определило в заявлении 1, в чем одно из сказанных первых и вторых полей поддержано существенно постоянное, в то время как другой различен.
23. Устройство определило в заявлении 2, в чем два из сказанных первых, вторых и третьих полей поддержаны существенно постоянные, в то время как другой различен.
24. Устройство, определенное в заявлении 13 или 14, в чем по крайней мере одна из сказанных обмоток включает множество катушек.
25. Устройство, определенное в заявлении 13 или 14, в чем каждая из сказанных обмоток включает множество катушек.
26. Устройство определило в заявлении 24, в чем ток постоянного тока применен к одной из сказанных катушек в каждой из сказанных обмоток, и в чем напряжение переменного тока применено поперек катушки одной из сказанных обмоток, и напряжение переменного тока взято от катушки других из сказанных обмоток, посредством чего сказал, что устройство включает вариометр.

27. Устройство определило в заявлении 24, в чем по крайней мере две из сказанных обмоток включают предварительные выборы и вторичную катушку, посредством чего сказал, что устройство формирует множество независимых трансформаторов, работающих на том же самом сердечнике.

28. Устройство определило в заявлении 24, в чем первые катушки по крайней мере двух из сказанных обмоток связаны в первичной схеме, и вторые катушки по крайней мере двух из сказанных обмоток связаны во вторичной схеме; и в чем входное напряжение переменного тока применено поперек сказанной первичной схемы, и выходное напряжение переменного тока взято от сказанной вторичной схемы, посредством чего сказал, что устройство формирует один, трансформатор высокой производительности.

29. Устройство, определенное в заявлении 28, в чем катушки сказанной первичной схемы связано последовательно.

30. Устройство, определенное в заявлении 28, в чем катушки сказанной вторичной схемы связано последовательно.

31. Устройство, определенное в заявлении 28, в чем катушки сказанной первичной схемы связано параллельно.

32. Устройство, определенное в заявлении 28, в чем катушки вторичной схемы связано параллельно.

33. Устройство, определенное в заявлении 13 или 14, далее включая конденсаторное соединение средств поперек одной из сказанных обмоток для того, чтобы настраиваться сказало обмотку того предписанной частоте F_0 , посредством чего сказал, что устройством с настроенной обмоткой можно управлять, чтобы решить, что значение коэффициентов Fourier для периодического сигнала обращалось к другой из сказанных обмоток.

34. Устройство, определенное в заявлении 24, в чем ток постоянного тока применено к одной из сказанных катушек в по крайней мере одной из сказанных обмоток; и в чем входной сигнал применен поперек катушки одной из сказанных обмоток, и сигнал выхода взят от катушки другой из сказанных обмоток, посредством чего сказал, что задержки устройства сказали сигнал выхода относительно сказанного входного сигнала углом фазы, существенно пропорциональным сказанному току постоянного тока.

35. Устройство, определенное в заявлении 34, в чем сказало, что ток постоянного тока применен к каждой из сказанных обмоток.

36. Устройство, определенное в заявлении 1 или 2, в чем плотность потока каждого магнитного поля является существенно постоянным всюду по сказанному сердечнику.

37. Метод увеличения энергии, сохраненной в индуктивном устройстве, формирующем магнитный сердечник ферромагнитного материального, сказанного метода, включающего шаги: создание первого магнитного поля в сказанном сердечнике достаточной плотности потока к по крайней мере частично насыщает, сказал сердечник в первом направлении; и создание второго магнитного поля в сказанном сердечнике достаточной плотности потока к по крайней мере частично насыщает, сказал сердечник во втором направлении, которое является ортогональным к сказанному первому направлению, и в чем плотность потока каждого магнитного поля является существенно постоянной всюду по сказанному сердечнику.

38. Метод, определенный в заявлении 37, further включение шага создания третьего магнитного поля в сказанном сердечнике достаточной плотности потока к по крайней мере частично насыщает, сказал сердечник в третьем направлении, которое является ортогональным к сказанному сначала и вторые направления.

39. Индуктивное устройство, включающее в комбинации: магнитный сердечник сформировался из ферромагнитного материала; первая электрическая обмотка чтобы производить первое магнитное поле существенно всюду по сказанному сердечнику; и вторая электрическая обмотка чтобы производить второе магнитное поле существенно всюду по сказанному сердечнику; в чем сказанное первое поле существенно ортогонально к сказанному второму полю во всех точках в пределах сказанного сердечника, сказал, что сердечник - сфероид, включающий внутренний сфероидальный сердечник, имеющий по крайней мере два углубления, простирающиеся ортогонально вокруг его внешней поверхности и внешнего приложения оболочки и в контакте с поверхностью сказанного внутреннего сердечника и сказал сначала, и вторые обмотки каждый устроены, соответственно, в одном из сказанных углублений.

40. Индуктивное устройство, включающее в комбинации: магнитный сердечник сформировался из ферромагнитного материала; первая электрическая обмотка чтобы производить первое магнитное поле существенно всюду по сказанному сердечнику; вторая электрическая обмотка чтобы производить второе магнитное поле существенно всюду по сказанному сердечнику; в чем сказанное первое поле существенно ортогонально к сказанному второму полю во всех точках в пределах сказанного сердечника; третья электрическая обмотка чтобы производить третье магнитное поле существенно всюду по сказанному сердечнику; в чем сказанное третье поле существенно ортогонально к сказанному сначала и вторые поля во всех точках в пределах сказанного сердечника, сказал, что сердечник - сфероид, включающий внутренний сфероидальный сердечник, имеющий три углубления, простирающиеся ортогонально вокруг его внешней поверхности и внешнего приложения оболочки и в контакте с поверхностью сказанного внутреннего сердечника и сказал сначала, вторые и третьи обмотки каждый устроены, соответственно, в одном из сказанных углублений.

41. Метод увеличения энергии, сохраненной в индуктивном устройстве, формирующем магнитный сердечник ферромагнитного материала, включающего шаги создания первого магнитного поля в закрытой траектории, существенно одинакового протяжения со сказанным сердечником индуктивным средством, создание второго магнитного поля в закрытой траектории, существенно одинакового протяжения со сказанным сердечником индуктивным средством, в чем сказал, что первое поле существенно ортогонально к сказанному второму полю во всех точках в пределах сердечника, и управления одним из сказанных магнитных полей, чтобы уменьшить норму

спада индуктивности индуктивных средств, которые производят другое ортогональное поле, увеличивая индуктивное сцепление между индуктивными средствами.

42. Метод как сформулировано в заявлении 41, в котором магнитным полем управляют, текущий ток постоянного тока через индуктивное средство, которое производит поле, ортогональное к полю, произведенному индуктивными средствами, индуктивностью которых нужно управлять.

43. Метод как сформулировано в заявлении 41, включая создание третьего магнитного поля в закрытую траекторию, существенно одинакового протяжения со сказанным сердечником индуктивным средством и управлением по крайней мере два из сказанных магнитных полей, чтобы уменьшить норму спада индуктивности индуктивного средства, которое производит другое ортогональное поле.

44. Индуктивное включение устройства

пара ортогонально связанных обмоток, не имеющих существенно никакого магнитного сцепления там между, магнитный сердечник, имеющий по крайней мере две закрытых ортогонально-связанных магнитных траектории, каждое расположение в поле одной из сказанных обмоток, средства чтобы производить на напряжение переменного тока впечатление поперек одной из сказанных обмоток чтобы производить выходное напряжение в другой обмотке, и средства чтобы управлять магнитным полем связались с другой обмоткой, чтобы уменьшить норму спада индуктивности обмотки, на которой напряжение переменного тока впечатлено и управление напряжением поперек обмотки выхода.

45. Индуктивное устройство как сформулировано в заявлении 44, включая средства чтобы управлять магнитным полем связалось с обмоткой, на которой напряжение переменного тока впечатлено чтобы далее управлять напряжением поперек обмотки выхода.

46. Индуктивное устройство как сформулировано в заявлении 44, включая треть, наматывающую ортогонально связанный с другими двумя обмотками, сказал магнитный сердечник, закрывающий треть магнитная траектория, ортогонально связанная с другими двумя магнитными траекториями, и в котором есть средства чтобы управлять магнитными полями по крайней мере двух из обмоток, чтобы управлять выходом третьего.

47. Индуктивное устройство как сформулировано в заявлении 44, включая пару обмоток магнитно связалось с каждой закрытой траекторией и средствами, соединяющими обмотка каждой пары последовательно.

48. Индуктивное устройство как сформулировано в заявлении 47, в котором управляющее средство находится в обмотках соединения ряда.

49. Метод управления выходным напряжением в индуктивном устройстве, воплощающем магнитный сердечник, имеющий по крайней мере две закрытых ортогонально связанных магнитных траектории, каждое расположение в поле одной из пары ортогонально связанных обмоток, включение шагов производства впечатление на напряжение переменного тока поперек одной из обмоток, которая не обычно индуктивно вместе с другой обмоткой выхода и управлением магнитным полем, связанным с обмоткой выхода, чтобы уменьшить норму спада индуктивности обмотки, на которой напряжение переменного тока впечатлено и увеличение магнитного сцепления между обмотками, чтобы управлять напряжением поперек обмотки выхода.

50. Метод как сформулировано в заявлении 49, включая управление магнитным полем связался с обмоткой входа чтобы далее управлять напряжением поперек обмоток выхода.

51. Метод как сформулировано в заявлении 49, включая индуктивное устройство, включая треть, наматывающую ортогонально связанный с другими двумя обмотками, сказал магнитный сердечник, закрывающий треть магнитная траектория, ортогонально связанная с другими двумя магнитными траекториями, включая управление магнитными полями по крайней мере двух из обмоток, чтобы управлять выходом третьего.