(19) C2 (11) 105179 (13) UA

(98) ТОВ "Пахаренко і партнери", Бізнес-центр "Олімпійський", вул. Червоноармійська, 72, м. Київ, 03
(85) 2011-01-12
(74) Пахаренко Олександр Володимирович, (UA)
(45) [2014-04-25]
(43) [2011-02-25]
(24) 2014-04-25
(22) 2009-06-04
(12) Патент України (на 20 р.)
(21) a201014832
(46) 2021-08-25

(86) 2009-06-04 PCT/EP2009/004001
(30) 08010691.7 2008-06-12 EP
(54) ВИПРОБУВАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ЗМІННОЮ НАПРУГОЮ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОМПОНЕН ТІВ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПЕРЕМЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОН ЕНТОВ TEST ARRANGEMENT FOR AC TESTING OF ELECTRICAL HIGH VOLTAGE COMPONENTS
(56) Winter A; Coors P; Stephan U: "A mobile transformer test system based on a stativ frequency converter"; 04.09.2007 3 Schu fft W; Coors P; Hauschild W; Spiegelberg J: "Frequency-tuned resonant test systems for on-site testing and diagnostics of extrude d cables"; 23.08.1999 3 Winter A; Thiede A: "A New Generation of On-Site Test Systems for Power Transformers"; 09.06.2008 3 US 6586697 B1; 01.07.2003 2 US 2551841 A; 08.05.1951 2
(71) СН АББ ТЕКНОЛОДЖІ АГ СН АББ ТЕКНОЛОДЖИ АГ СН ABB TECHNOLOGY AG
(72) DE Верлє Петер DE Верле Петер DE Werle, Peter DE Штайгер Маттіас DE Штайгер Маттиас DE Steiger, Matthia s DE Вольфарт Юрген DE Вольфарт Юрген DE Wohlfarth,Jurgen
(73) СН АББ Швайц АГ

Изобретение касается испытательной установки (50, 100) для испытания переменным напряжением электрических высоковольтных компонентов (172), которые содержат по крайней мере один инвертор (54, 152), по крайней мере один испытательный трансформатор (58, 158) и по крайней мере один высоковольтный дроссель (68, 70, 108, 114, 160) в качестве испытательных компонентов, причем все перечисленные испытательные компоненты установлены в общей емкости (52, 124) прямоугольной формы. Установка содержит перемещающее устройство (72, 112), выполненное с возможностью по крайней мере частичного вывода по крайней мере одного высоковольтного дросселя (68, 70, 108, 114, 160) сквозь отверстие в ограничительной поверхности емкости (52, 124).

Винахід стосується випробувальної установки (50, 100) для випробування змінною напругою електричних високовольтних компонентів (172), яка містить принаймні один інвертор (54, 152), принаймні один випробувальний трансформатор (58, 158) та принаймні один високовольтний дросель (68, 70, 108, 114, 160) як випробувальні компоненти, причому принаймні перелічені випробувальні компоненти встановлені у спільній ємності (52, 124) прямокутної форми. Установка містить переміщувальний пристрій (72, 112), виконаний з можливістю принаймні часткового виведення принаймні одного високовольтного дроселя (68, 70, 108, 114, 160) крізь отвір в обмежувальній поверхні ємності (52, 124).

The invention relates to a test arrangement (50, 100) for AC testing of electrical high voltage components (172) comprising at least one inverter (54, 152), with at least one test transformer (58, 158) and at least one high voltage choke (68, 70, 108, 114, 160) as test component, wherein at least said test components are arranged in a common rectangular container (52, 124). The at least one high voltage choke (68, 70, 108, 110, 160) is at least partly removable from said container through at least one opening in a envelope surface of the container (52, 124) by means of a movement device (72, 112, 116),

1. Випробувальна установка (50, 100) для випробування змінною напругою електричних високовольтних компонентів (172), яка містить принаймні один інвертор (54, 152), принаймні один випробувальний трансформатор (58, 158) та принаймні один високовольтний дросель (68, 70, 108, 114, 160) як випробувальні компоненти, причому принаймні перелічені випробувальні компоненти встановлені у спільній ємності (52, 124) прямокутної форми, а також переміщувальний пристрій (72, 112), яка **відрізняється** тим, що переміщувальний пристрій (72, 112) виконаний з можливістю принаймні часткового виведення принаймні одного високовольтного дроселя (68, 70, 108, 114, 160) крізь отвір в обмежувальній поверхні ємності (52, 124), і зміни першого варіанта розміщення високовольтного дроселя (68, 70, 108, 114, 160) всередині прямокутної ємності (52, 124) на другий варіант розміщення із забезпеченням достатньої ізолювальної відстані для здійснення випробування високою змінною напругою.

2. Випробувальна установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що містить подільник напруги (86, 122, 162) і додатковий переміщувальний пристрій (116), виконаний з можливістю принаймні часткового виведення подільника напруги (86, 122, 162) із ємності (52, 124) через принаймні один додатковий отвір у її обмежуючій поверхні.

3. Випробувальна установка за одним із пп. 1 або 2, яка **відрізняється** тим, що принаймні один і/або принаймні один додатковий отвір знаходиться на вертикальній обмежуючій поверхні ємності (52, 124), а переміщувальний пристрій (72, 112) і/або додатковий переміщувальний пристрій (116) виконаний з можливістю переміщення переважно в горизонтальному напрямку (74, 116).

4. Випробувальна установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що переміщувальний пристрій (72, 112) і/або додатковий переміщувальний пристрій (116) з принаймні частково висовуваним із ємності (52, 124) високовольтним дроселем (68, 70, 108, 114, 160) і з принаймні частково висовуваним із ємності подільником напруги (86, 122, 162) спирається знизу на опорний пристрій (80).

5. Випробувальна установка за одним із пп. 1 або 2, яка **відрізняється** тим, що принаймні один отвір і/або принаймні один додатковий отвір знаходиться на верхній обмежуючій поверхні ємності (52, 124), а переміщувальний пристрій (72, 112) і/або додатковий переміщувальний пристрій (116) виконаний з можливістю переміщення переважно у вертикальному напрямку.

6. Випробувальна установка за одним із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що принаймні один отвір і/або принаймні один додатковий отвір виконаний з можливістю закривання.

7. Випробувальна установка за одним із попередніх пунктів, яка **відрізняєтьс**я тим, що переміщувальний пристрій (72, 112) і/або додатковий переміщувальний пристрій (116) оснащений приводом.

8. Випробувальна установка за одним із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що ємність (52, 124) з'єднана з транспортним пристроєм (102, 104), який має несучі колеса (106).

9. Випробувальна установка за одним із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що ємність (52, 124) є контейнером зі стандартними габаритами.

10. Випробувальна установка за одним із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що ємність (52, 124) має розташовану всередині ділянку (82), в якій встановлені вимірювальні і/або обчислювальні пристрої (84).

11. Випробувальна установка за одним із попередніх пунктів, яка **відрізняєтьс**я тим, що випробувальні компоненти (54, 56, 58, 62, 64, 66, 68, 70, 86, 108, 110, 120, 122, 152, 158, 160, 162) принаймні частково електрично з'єднані між собою за допомогою ізольованих високовольтних електричних кабелів.

12. Випробувальна установка за одним із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що містить засоби для утворення електричного резонансного коливального контуру (150) із принаймні одного високовольтного дроселя (68, 70, 108, 114, 160) та випробовуваного високовольтного компонента (172) і під'єднаного до нього подільника напруги (86, 122, 162).

13. Випробувальна установка за п. 12, яка **відрізняється** тим, що електричний резонансний коливальний контур (150) під'єднаний до інвертора (54, 152) і електрично з'єднаного з ним випробувального трансформатора (58, 158).

14. Випробувальна установка за п. 12 або 13, яка **відрізняється** тим, що високовольтний дросель (68, 70, 108, 114, 160) має принаймні один електричний провід, який багатьма витками розміщений навколо осі навивання, причому витки охоплюють радіально внутрішній простір вздовж осі навивання, а також тим, що у цьому внутрішньому просторі встановлено принаймні один конденсатор (164), який разом з принаймні одним з'єднаним з ним додатковим конденсатором (166) утворює подільник напруги (162).

15. Випробувальна установка за одним із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що виконаний з можливістю здійснення принаймні однієї операції, потрібної для процесу випробування, або усього процесу випробування за допомогою дистанційного керування.

Винахід стосується випробувальної установки для випробування змінною напругою високовольтних електричних компонентів, яка має принаймні один інвертор, принаймні один випробувальний трансформатор та принаймні один високовольтний дросель у якості випробувальних компонентів, причому принаймні названі випробувальні компоненти розміщені у спільній ємності прямокутної форми.

Загальновідомим є те, що високовольтні компоненти, такі як силові трансформатори, підлягають процесам старіння, які перш за все стосуються електричної ізоляції. Тому з метою забезпечення безперебійної роботи мережі розподілу електричної енергії з подібними високовольтними компонентами доцільно проводити через певні проміжки часу випробування, зокрема силових трансформаторів. Таке випробування є доцільним чи навіть необхідним також після ремонту трансформатора. Подібні випробування дають висновок про стан, приміром, ізоляції, і дозволяють виявити інші недоліки відповідних високовольтних компонентів.

Високовольтні компоненти, такі як силові трансформатори, мають дуже велику вагу, в залежності від номінальної електричної потужності понад 100 тон. Транспортування подібного трансформатора, вбудованого в мережу розподілу електричної енергії, до стаціонарно інстальованого дослідного стенду, в якому його можна випробувати шляхом перевірки змінною напругою, є практично неможливим з огляду високих витрат на транспортування такого силового трансформатора. До того ж, надзвичайно рідко в мережі розподілу електричної енергії існує такий надлишок, якого достатньо для видалення трансформатора без шкоди для роботи мережі.

З цієї причини подібні випробування змінною напругою силових трансформаторів здійснюються здебільшого на місці. Випробувальна установка з генератором змінної напруги та іншими необхідними для перевірки компонентами, такими як високовольтний дросель, подільник напруги, вимірювальні та обчислювальні прилади, у вигляді кількох блоків транспортуються до місця, де знаходиться силовий трансформатор, що підлягає перевірці, і там вони монтуються в одну випробувальну установку. Зокрема високовольтний дросель, який є необхідним для випробування резонансним методом з метою утворення резонансного контуру, з його висотою, наприклад, 2,5 м та внутрішнім діаметром, наприклад, 1 м являє собою випробувальну складову значних розмірів. Також подільник напруги, потрібний для вимірювання високих значень напруги порядку кількох 100 кВ в резонансному контурі, є компонентом з подібною висотою.

При проведенні перевірки змінною напругою слід зважати на те, щоб компоненти випробувальної установки з огляду високої напруги мали достатню відстань один від одного та від сусіднього потенціалу «земля».

Недоліком є те, що монтаж різних конструктивних блоків на місці пов'язаний з великими витратами часу. Зокрема розміщення та монтаж високовольтного дроселя або подільника напруги займає дуже багато часу.

Виходячи з цього рівня техніки задача даного винаходу полягає в створенні випробувальної установки, яка б займала менше площі і могла бути транспортована з меншою кількістю блоків.

Згідно з винаходом цю задачу вирішено за допомогою випробувальної установки з ознаками, викладеними в пункті 1 формули винаходу.

Згідно з ним випробувальна установка вищезгаданого типу відрізняється тим, що принаймні високовольтний дросель за допомогою переміщувального механізму може переміщуватися крізь принаймні один отвір на обмежуючій поверхні ємності, принаймні частково виходячи із неї.

Ізолюючі відстані між високовольтним дроселем та іншими сусідніми компонентами чи сусіднім потенціалом «земля» можуть завдяки цьому доцільно збільшуватися. Таким чином при першому варіанті компонування високовольтний дросель отримує особливо компактне розміщення всередині ємності, що спрощує процес транспортування випробувальної установки. При іншому варіанті високовольтний дросель розташований ззовні ємності при збільшених ізолюючих відстанях, що дозволяє роботу установки або принаймні збільшує надійність ізолювання. Заміна одного варіанту розміщення іншим здійснюється за допомогою переміщувального механізму особливо простим чином.

Завдяки компактному розміщенню дроселя всередині ємності доцільно спрощується транспортування ємності та розміщених у ній компонентів випробувальної установки.

В іншому варіанті виконання випробувальної установки подільник напруги може здійснювати рух крізь принаймні один додатковий отвір на обмежуючій поверхні ємності за допомогою додаткового переміщувального механізму, принаймні частково виходячи із неї.

Потенціометр, який застосовують переважно в резонансному контурі випробувальної установки, є компонентом з висотою, подібною до висоти високовольтного дроселя, та з подібними вимогами до ізолювання. Тому заощадження площі, яке виникає завдяки переміщенню із ємності високовольтного дроселя, стосуються і подільника напруги, що може рухатися із ємності.

У одному із варіантів випробувальної установки на вертикальній обмежувальній поверхні ємності знаходиться принаймні один і/або принаймні один додатковий отвір, і переміщувальний механізм і/або додатковий переміщувальний механізм діє переважно у горизонтальному напрямку.

Таким чином стає можливим горизонтальне висування високовольтного дроселя і/або трансформатора в напрямку бічної сторони або торцевої поверхні ємності. Прикладом відповідного переміщувального механізму є телескопічна шина.

У доцільному варіанті виконання випробувальної установки згідно з винаходом горизонтально діючий переміщувальний механізм або інший горизонтально діючий переміщувальний механізм з принаймні частково висунутим із ємності високовольтним дроселем чи подільником напруги може спиратися знизу на опорний пристрій. Таким опорним пристроєм - аналогічно з захищеним від перекидання мобільним краном - може бути, наприклад, розміщений у вертикальному різьбовому каналі шпиндель, який внаслідок обертального руху може переміщуватися вздовж різьбового каналу таким чином, що утворює упор між переміщувальним механізмом та основою. Однак існує безліч відомих фахівцеві форм виконання опорного пристрою.

Таким чином максимальне навантаження крутним моментом переміщувального механізму, діючим на зовнішню кромку ємності, скорочується, а його конструкція спрощується. До того ж зростає надійність ємності.

У одному із варіантів випробувальної установки передбачено принаймні один чи принаймні один додатковий отвір на верхній обмежуючій поверхні ємності, і переміщувальний механізм діє переважно у вертикальному напрямку. Таким чином стає можливим вертикальний рух назовні високовольтного дроселя чи подільника напруги крізь поверхню ємності. Прикладом відповідного переміщувального механізму є гідравлічний підйомний механізм.

Доцільно, щоб принаймні один і/або принаймні один додатковий отвір ємності міг закриватися. Таким чином при транспортуванні ємності з закритими отворами забезпечується кращий захист розміщених в ній компонентів випробувальної установки.

У одному з кращих варіантів випробувальної установки переміщувальний механізм і/або додатковий переміщувальний механізм устатковано приводом. Це спрощує процес переміщення.

У доцільному варіанті випробувальної установки ємність сполучено з транспортним засобом, що має несучі колеса, наприклад з вантажівкою з напівпричепом. Це спрощує транспортування випробувальної установки.

Особливо доцільним у цьому зв'язку є виконання ємності у вигляді контейнера зі стандартними габаритами, наприклад контейнера з довжиною 40 футів (12 м). Такий є дозволений нормами CSC (Container Safety Convention), він використовується у іншому варіанті виконання і може у будь-якому положенні бути штабельований на контейнерному судні. Це ще більше спрощує транспортабельність випробувальної установки.

У доцільній формі виконання випробувальної установки ємність у своїй першій кінцевій частині має внутрішню ділянку, де встановлені вимірювальні і/або обчислювальні прилади.

Вимірювальний прилад передбачено, приміром, для того, щоб вимірювати і реєструвати характеристику напруги, причому вимірюють напругу, знижену за допомогою подільника напруги до більш низького рівня. Обчислювальний прилад передбачено для того, щоб оцінювати виміряні значення напруги і давати, наприклад, висновок про стан ізоляції випробуваних високовольтних компонентів, наприклад силового трансформатора.

У доцільній формі виконання випробувальної установки випробувальні компоненти принаймні частково електрично з'єднуються за допомогою високовольтного кабелю між собою. Завдяки цьому мінімальна відстань між випробувальними компонентами, обумовлена вимогами ізолювання, скорочується ще більше.

В іншій формі виконання випробувальної установки згідно з винаходом до її складу входить електричний контур резонансних коливань з принаймні одним високовольтним дроселем та одним високовольтним компонентом, що підлягає випробуванню, а також з'єднаний з ним подільник напруги.

Контур резонансних коливань є простою можливістю для створення високих значень випробувальної напруги. На підставі високих значень випробувальної напруги, приміром, 500 кВт, довжина відповідного подільника напруги, обумовлена вимогами ізолювання, становить зазвичай близько 2,5 м, про що відомо фахівцеві. Така довжина також відповідає довжині високовольтного дроселя, запропонованого доцільною формою виконання згідно з винаходом, причому він має внутрішній діаметр близько 1 м.

Згідно з винаходом контур резонансних коливань збуджується за допомогою інвертора і електрично з'єднаного з ним випробувального трансформатора. Електрична потужність подібного інвертора становить, наприклад, кілька 100 кВА. Інвертор виробляє змінну напругу змінюваної частоти, причому її слід відрегульовувати до резонансної частоти коливального контуру. Вона перш за все залежить від ємності та індуктивності випробовуваного об'єкта, але також і від індуктивності високовольтного дроселя та ємності подільника напруги. Випробовувані компоненти повинні мати такі параметри, щоб резонансна частота типових випробовуваних об'єктів не перевищувала приблизно 100 Гц.

У іншому варіанті випробувальної установки високовольтний дросель має принаймні один електричний провід, який багатьма витками розміщується навколо осі навивання, причому витки радіально охоплюють внутрішню порожнину вздовж осі навивання, а в цій внутрішній порожнині

встановлено принаймні один конденсатор, який разом з принаймні одним додатковим електрично з'єднаним з ним конденсатором забезпечує функціонування подільника напруги.

При такій конструкції виконуються всі вимоги, зокрема стосовно ізолювання між обмоткою високовольтного дроселя та розміщеним всередині конденсатором. Згідно з цим доцільно виготовляти сердечник, навколо якого зазвичай розташовуються витки високовольтного дроселя, із ізоляційного матеріалу достатньої товщини, наприклад, в залежності від припустимої напруги, в кілька сантиметрів.

Розміщення конденсатора у внутрішній порожнині високовольтного дроселя, наприклад як складової частини подільника напруги, вигідно використовує наявну площу.

При іншій формі виконання випробувальної установки принаймні одну операцію, необхідну для випробувального процесу, або і весь процес випробування ініціюють за допомогою дистанційного управління. Застосування дистанційного управління доцільним чином зменшує необхідні витрати на монтаж випробувальної установки і до того ж дозволяє простіше проводити перевірку змінною напругою.

Інші доцільні можливості виконання винаходу викладені у наступних залежних пунктах формули.

Винахід, інші форми його виконання та інші переваги пояснюються детальніше за допомогою зображених на кресленнях прикладах виконання.

На них зображені:

Фіг. 1 - вид в плані першої випробувальної установки,

Фіг. 2 - вид збоку другої випробувальної установки,

Фіг. 3 - загальний вид резонансного коливального контуру.

На фіг. 1 зображено вид в плані першої випробувальної установки 50. На дні ємності 52 прямокутної форми, верхня поверхня якої тут не зображена, розташовані кілька випробувальних компонентів випробувальної установки 50 згідно з винаходом.

Два інвертора 54 встановлені у передній (на фіг. 1 знаходиться зліва) ділянці першої ємності, з'єднаній з не зображеним тут трифазним джерелом напруги, наприклад, 400 В, 50 Гц. Наявні з'єднувальні проводи між окремими компонентами тут не зображені.

У випадку випробування трифазною змінною напругою кожну із трьох вироблених змінних напруг трансформують в першому випробувальному трансформаторі 58 до більш високого рівня напруги і подають до не зображеного тут випробуваного об'єкта, причому наявну напругу знижують за допомогою трансформаторів напруги 62, 64, 66 до більш низьких значень задля вимірювання. Трансформатори напруги 62, 64, 66 мають висоту, наприклад, близько 1 м і встановлені, приміром, таким чином, що ізолюючі відстані всередині першої ємності 52 та до стінок ємності дозволяють максимальну напругу до 220 кВ. Цієї напруги достатньо для такого трифазного випробування змінною напругою. У вимірювальному просторі 82 в зображеній зліва ділянці першої ємності 52 передбачені вимірювально-обчислювальні прилади 84, які можуть реєструвати подані сигнали вимірювань, накопичувати їх і оцінювати. Фільтр 56 передбачений для того, щоб при потребі вирівнювати отриману від інвертора 54 змінну напругу. Далі згідно з винаходом можуть бути встановлені також пристрої для компенсування реактивної потужності, причому таке компенсування реактивної потужності може бути здійснене і за допомогою фільтра 56.

Перший високовольтний дросель 68, 70 зображений у заштрихованому вигляді у правій внутрішній ділянці першої ємності 52 у першій позиції. У цій першій позиції необхідні для роботи першого високовольтного дроселя 68, 70 ізолюючі відстані, наприклад до бічних стінок першої ємності 52, не витримані. Однак ця перша позиція всередині першої ємності 52 придатна для транспортування випробувальної установки.

У випадку резонансного випробування перший високовольтний дросель 68, 70 з'єднують у контурі резонансних коливань з випробуваним об'єктом. Резонансне випробування відбувається однофазно, тобто отримують лише одне значення змінної напруги від першого інвертора 54, причому потрібний тут лише один високовольтний дросель 68, 70. Значення напруги, отримані при резонансному випробуванні, часто є вищими, ніж при нормальному випробуванні змінною напругою, наприклад 500 кВ, тому трансформатори напруги 62, 64, 66 не підходять для прямого застосування.

Тепер високовольтний дросель можна бачити у другій позиції 70, в яку він переходить за допомогою переміщувального переміщувального пристрою 72, наприклад висувної телескопічної рейки. Перший переміщувальний пристрій 72 за допомогою опорного пристрою 80 спирається на опорну поверхню першої ємності 52. Таким чином запобігається надмірне напруження при поздовжньому вигинанні першого переміщувального пристрою 72. Поряд з висунутим першим високовольтним дроселем 70 зображено перший подільник напруги 86, електрично сполучений за допомогою з'єднання 88 з першим високовольтним дроселем 70. У цьому варіанті перший подільник напруги 86 вилучається із ємності 52 і під'єднується не за допомогою переміщувального пристрою згідно з винаходом, а вручну.

Фіг. 2 показує вид збоку другої випробувальної установки 100. Другий високовольтний дросель показаний штрих-пунктирною лінією у першій позиції 108 всередині другої ємності 124, доцільно виконаної у вигляді контейнера на 40 опорах. Друга ємність 124 зображена на першому транспортному

пристрої 102 та другому транспортному пристрої 104 з належними колесами 106, тобто на вантажівці з напівпричепом. Завдяки розміщенню між обмежуючими стінками другої ємності 124 другий високовольтний дросель 108 є добре захищеним при транспортуванні. Краще, щоб друга ємність 124 при транспортуванні була закритою всіма шістьма стінками з метою захисту. Перед процесом переміщення другого високовольтного дроселя 108, 110 крізь зовнішню обмежуючу поверхню другої ємності 124 на ній має бути утворено отвір, крізь який другий високовольтний дросель 108, 110 рухається зсередини назовні. Для цього принаймні один сегмент відповідної обмежуючої стінки видаляється або відсувається, краще за допомогою приводного механізму або вручну.

Далі другий високовольтний дросель зображений у другій позиції 110 поза ємністю 124. Цієї другої позиції досягають шляхом відходу з першої позиції за допомогою другого переміщувального пристрою 112, який є, наприклад, підйомним. Напрямок руху, зображений на фігурі, є вертикальним і позначений стрілочкою 114. Однак можливим є також горизонтальний напрямок руху високовольтного дроселя крізь бічну або торцеву поверхню ємності 124.

Аналогічно з другим високовольтним дроселем 108, 110 другий подільник напруги зображено у внутрішній позиції 120 та у зовнішній позиції 122. Напрямок руху, зображений на фігурі, є горизонтальним і позначений стрілочкою 118. Однак можливим є також вертикальний напрямок руху другого подільника напруги 120, 122 крізь верхню поверхню другої ємності 124.

Фіг. 3 схематично зображує загальний вигляд контуру резонансних коливань 150, до якого під'єднано частину випробувальних компонентів для перевірки особливо високою напругою. Подібний контур резонансних коливань є однофазним, тобто в частково означених на фіг. 1 трифазних випробувальних компонентах, таких як випробувальний трансформатор або трансформатори напруги, така установка використовує лише одну фазу.

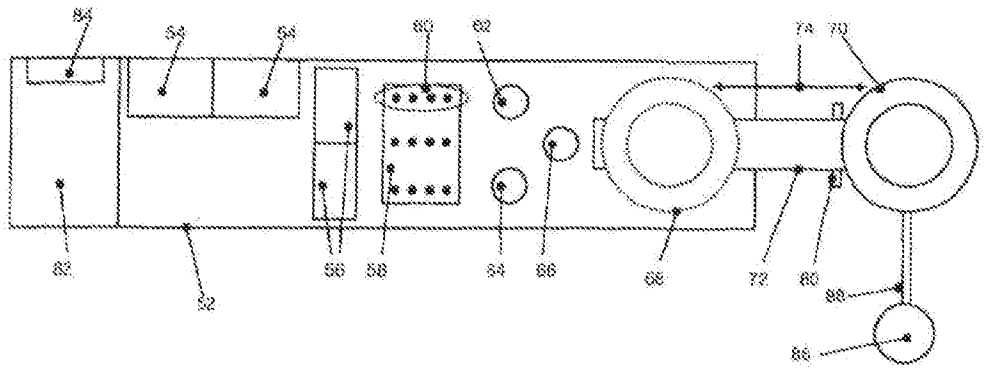
Інвертор 152 своїми входами 154 з'єднується з локальним трифазним джерелом напруги, наприклад 400 В, 50 Гц. На виходи 156 інвертора 152, з'єднані зі з'єднувальними елементами мінімальної напруги другого випробувального трансформатора 158, під час роботи надходить регульована змінна напруга, яку доцільним чином вирівнюють не зображені фільтри. Частота змінної напруги регулюється таким чином, що контур резонансних коливань збуджується у своїй резонансній частоті. Контур резонансних коливань включає головним чином третій високовольтний дросель 160, випробуваний об'єкт 172 та ємнісний третій подільник напруги 162. Компоненти так узгоджені між собою, що виникає резонансна частота дещо вища за звичну частоту мережі в 50 Гц, і вона становить, наприклад, 150 Гц, причому залежить зокрема від характеристик випробуваного об'єкта. Зображений на фігурі випробуваний об'єкт 172 є трифазним силовим трансформатором, у якого з'єднувальні елементи мінімальної напруги з'єднуються з заземленням 170, а з'єднувальні елементи максимальної напруги 174 під'єднуються до коливального контуру паралельно один одному.

У подібній установці створюється напруга до кількох 100 кВ, яку може вимірювати подільник напруги 162, утворений двома конденсаторами 164 і 166. Напруга є керуючим сигналом для регулювання частоти інвертора 152.

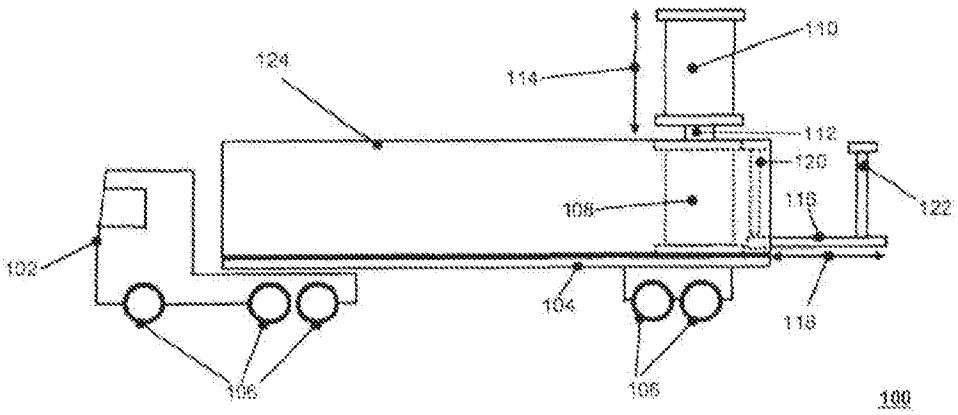
ПЕРЕЛІК ПОЗИЦІЙНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

50 - вид в плані першої випробувальної установки
52 - перша ємність
54 - перший інвертор
56 - фільтр
58 - перший випробувальний трансформатор
60 - з'єднувальні елементи випробувального трансформатора
6 - перший трансформатор напруги
64 - другий трансформатор напруги
66 - третій трансформатор напруги
68 - перший високовольтний дросель у першій позиції
70 - перший високовольтний дросель у другій позиції
72 - перший переміщувальний пристрій
74 - перший напрямок руху
80 - опорний пристрій
82 - вимірювальний простір
84 - вимірювально/обчислювальний прилад
86 - перший подільник напруги
88 - з'єднання
100 - вид збоку на другу випробувальну установку
102 - перший транспортуючий пристрій
104 - другий транспортуючий пристрій
106 - колесо

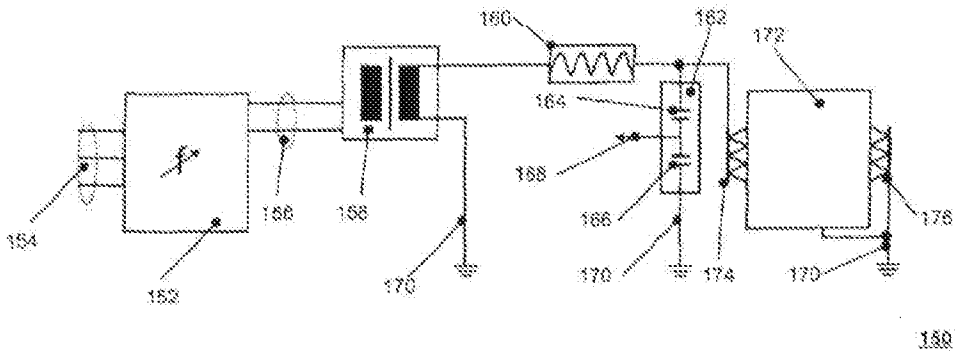
108 - другий високовольтний дросель у першій позиції
110 - другий високовольтний дросель у другій позиції
112 - другий переміщувальний пристрій
114 - другий напрямок руху
116 - третій переміщувальний пристрій
118 - третій напрямок руху
120 - другий подільник напруги у першій позиції
122 - другий подільник напруги у другій позиції
124 - друга ємність
150 - еквівалентна схема контуру резонансних коливань
152 - другий інвертор
154 - входи другого інвертора
156 - виходи другого інвертора
158 - другий випробувальний трансформатор
160 - третій високовольтний дросель
162 - третій подільник напруги
164 - четвертий конденсатор
166 - п'ятий конденсатор
168 - вимірювальна напруга
170 - заземлення
172 - силовий трансформатор
174 - короткозамкнуті з'єднувальні елементи максимальної напруги
176 - короткозамкнуті з'єднувальні елементи мінімальної напруги



ФІГ. 1



ФІГ. 2



ФІГ. 3