



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115692** (13) **C2**
(51) МПК
G01R 31/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

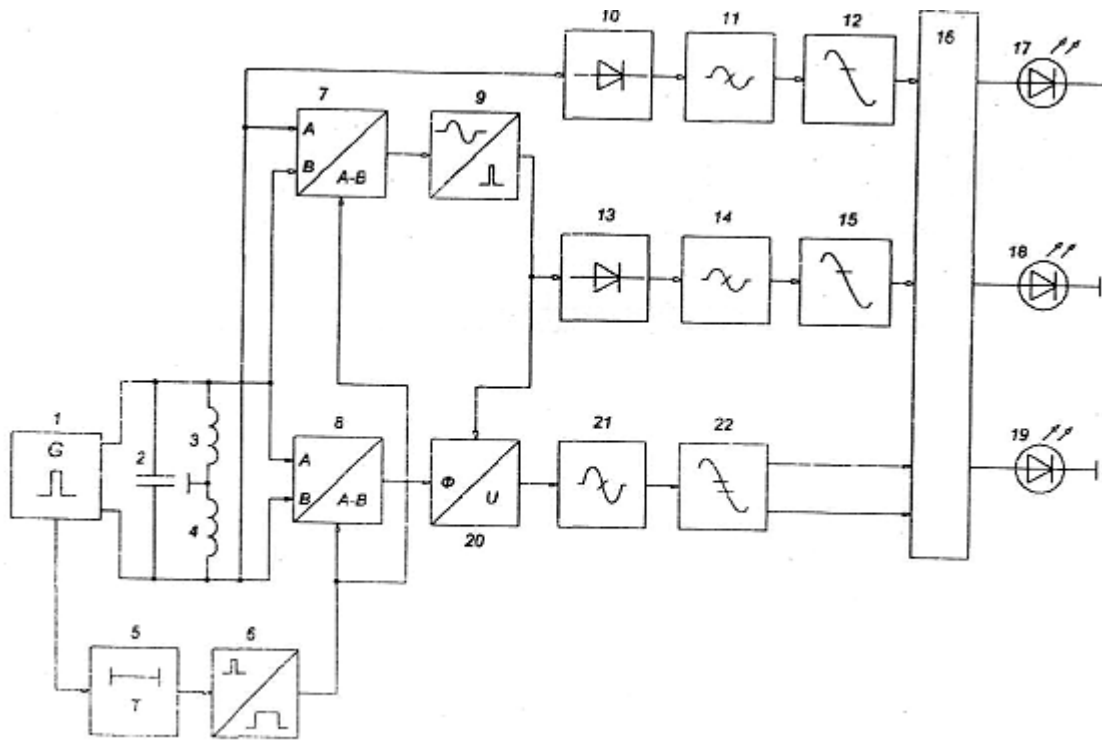
(21) Номер заявки: а 2015 10238	(72) Винахідник(и): Фащук Вадим Ігорович (UA), Лагутін Євген Юрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 20.10.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 11.12.2017	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО ЗАВОД "ЕЛЕКТРОВАЖМАШ", пр. Московський, 299, м. Харків, 61089 (UA)
(41) Публікація відомостей про заяву: 25.04.2017, Бюл.№ 8	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.12.2017, Бюл.№ 23	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 1449943 A1, 07.01.1989 SU 1465829 A1, 15.03.1989 UA 73157 U, 10.09.2012 JPS 62219008 A, 26.09.1987 CN 201060739 Y, 14.05.2008 US 3887866 A, 03.06.1975. RU 2426139 C1, 10.08.2011

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВИТКОВИХ ЗАМИКАНЬ ОБМОТОК В ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИНАХ І КОТУШКАХ ІНДУКТИВНОСТЕЙ

(57) Реферат:

Пристрій для виявлення виткових замикань обмоток в електричних машинах і котушках індуктивностей належить до вимірювальної техніки. В запропонованій конструкції пристрою, що містить генератор імпульсів, навантажений на паралельний ланцюжок з конденсатора і обмотки, що перевіряється, яка складається з послідовно включених двох обмоток, що перевіряються (одна з яких може бути зразковою), або з двох однакових частин якірної обмотки, віднімача і суматора з входами, підключеними до виходів цих обмоток, і тактові входи яких підключені до виходу генератора через елемент затримки і формувач тактового імпульсу. Вихід суматора підключений на вхід фазочутливого випрямляча, а вихід віднімача через формувач імпульсу керування - на керуючий вхід фазочутливого випрямляча і через другий випрямляч, другий фільтр нижніх частот і другий однопороговий компаратор підключений на другий вхід логічного елемента. Одночасно, вихід однієї з обмоток через перший випрямляч, перший фільтр нижніх частот і перший однопороговий компаратор підключений на перший вхід логічного блока. На третій і четвертий входи логічного блока подається сигнал з виходу фазочутливого випрямляча через третій фільтр нижніх частот і двопороговий компаратор. Три входи логічного блока підключені до трьох індикаторів – індикатора ланцюга, індикатора першої обмотки, що перевіряється, індикатора другої обмотки, що перевіряється. Використання запропонованої конструкції дозволить значно підвищити надійність та точність виявлення виткових замикань в котушках індуктивностей.

UA 115692 C2



Фиг. 1

Пристрій для виявлення виткових замикань обмоток в електричних машинах і котушках належить до вимірювальної техніки, зокрема до пристроїв для контролю виткових замикань в обмотках електричних машин і апаратів.

Задачею винаходу є підвищення чутливості пристрою і спрощення методики виявлення виткових замикань (в.з.).

Відомо винахід (А.С. SU1449943A1, з-ка № 4178145/24-21 від 07.01.87, опубл. 07.01.89, Бюл. № 1), де випробувальна напруга подається на обмотку, яка випробується, й еталонну, що викликає затухаючі високочастотні коливання. Для оцінки наявності в.з. вимірюється різниця фаз цих коливань. Недоліком є сильна залежність частоти і амплітуди коливань від розподілених ємностей обмоток і тому винахід може бути використано тільки, якщо параметри обмоток (індуктивність і ємність) мають хорошу повторюваність.

У винаході (А.С. SU1465829A1, з-ка № 4117600/24-21 від 16.09.86, опубл. 15.03.89, Бюл. № 10) напруга з генератора подається на пластину колектора відносно корпусу якоря колекторної електричної машини, а знімається з двох сусідніх колекторних пластин. Високочастотні затухаючі коливання обробляються компаратором, трьома лічильниками, двома виборними блоками і в результаті формуються дві послідовності імпульсів, одна з яких (зразкова) не залежить від наявності в.з., а інша (порівнювана) - залежить. Недоліком є складність методики виявлення в.з. шляхом зміни частоти вимірювального блока і регулюванням періоду випробувальних імпульсів.

У винаході (Авторское свидетельство СССР № 82724, заявка № 378531 від 11.03.1948 р.) запропонована ідея виявлення в.з. методом "хвилі, що біжить", коли з імпульсного генератора подається короткий імпульс на виводи двох однакових послідовно з'єднаних обмоток, а загальна точка обмоток підключається до осцилографа. Якщо в обмотках немає в.з., то час проходження імпульсу по кожній обмотці буде однаковий, а якщо є в.з. в якій-небудь обмотці, то цей час буде різний, що візуально можна оцінити за формою кривої на екрані осцилографа.

Вдосконалений варіант "біжуча хвиля" реалізований в установці ІУ-57 (А.П. Зеленченко "Устройства диагностики тяговых двигателей электрического подвижного состава". Учебное пособие, Москва, 2002, с. 14). Тут з імпульсного генератора через центральний електрод подається напруга на пластину колектора відносно корпусу якоря, а з двох побічних електродів, підключених до колекторних пластин, симетричних відносно центрального електрода, знімаються "біжучі хвилі" напруг і спостерігаються на екрані осцилографа. Недоліком методу "біжуча хвиля" є необхідність візуальної оцінки форми сигналу, що ускладнює методику виявлення в.з.

Колівальний процес "конденсатор-індуктивність" обмотки, що перевіряється спостерігається на екрані осцилографа. Форма осцилограм колівальних процесів залежить від наявності міжвиткового замикання або його відсутності. Частота коливань фіксується вибором величини ємності конденсатора. Недоліком є складність методики виявлення в.з.

Задачею, на вирішення якої спрямований винахід є забезпечення простої методики виявлення в.з. при високій чутливості пристрою до в.з.

Зазначена задача вирішується тим, що, пристрій для виявлення виткових замикань обмоток в електричних машинах і котушках індуктивностей, що містить генератор імпульсів, навантажений на паралельний ланцюжок з конденсатора і обмотки, що перевіряється, згідно з винаходом, обмотка, що перевіряється, складається з послідовно включених двох обмоток, що перевіряються (одна з яких може бути зразковою), або з двох однакових частин якірної обмотки, віднімача і суматора з входами, підключеними до виходів цих обмоток, і тактові входи яких підключені до виходів генератора через елемент затримки і формувач тактового імпульсу, вихід суматора підключений на вхід фазочутливого випрямляча, а вихід віднімача через формувач імпульсу керування - на керуючий вхід фазочутливого випрямляча і через другий випрямляч, другий фільтр нижніх частот і другий однопороговий компаратор підключений на другий вхід логічного елемента, одночасно вихід однієї з обмоток через перший випрямляч, перший фільтр нижніх частот і перший однопороговий компаратор, підключений на перший вхід логічного блока, а на третій і четвертий входи логічного блока подається сигнал з виходу фазочутливого випрямляча через третій фільтр нижніх частот і двопороговий компаратор, а три входи логічного блока підключені до трьох індикаторів - індикатора ланцюга, індикатора першої обмотки, що перевіряється, індикатора другої обмотки, що перевіряється.

Підвищення чутливості забезпечується тим, що обробляється не вся осцилограма затухаючих коливань, а після її апаратної обробки - тільки та її частина, яка найбільш сильно змінюється при виникненні в.з. У прототипі спостерігається вся осцилограма затухаючих коливань. Найбільш близьким до заявленого пристрою є пристрій установки А-1840 (А.П. Зеленченко "Устройства диагностики тяговых двигателей электрического подвижного состава".

Учебное пособие, Москва, 2002, с. 15). У цій установці напруга з імпульсного генератора подається на паралельний ланцюжок з конденсатора і перевіряємої обмотки, наприклад, частина обмотки перевірюваного якоря. Імпульс розряду викликає формування затухаючих коливань і на тлі частини осцилограми, яка не змінюється при виникненні в.з., загальна зміна є такою, що вимагає порівняння результату із зразковою осцилограмою. У заявлюваному пристрої за рахунок підвищення чутливості на виникнення в.з. обробка результату виконується апаратно, а не візуально.

Спрощення методики виявлення в.з. полягає в оцінюванні результатів контролю по трьох індикаторах за принципом "так або ні", що значно простіше візуальної оцінки осцилограм.

Заявлений пристрій пояснюють наступні креслення.

Фіг. 1 - схема пристрою, де:

1 - генератор

2 - конденсатор

3 - друга обмотка, що перевіряється

4 - перша обмотка, що перевіряється

5 - елемент затримки

6 - формувач тактового імпульсу

7 - віднімач

8 - суматор

9 - формувач імпульсу керування

10 - перший випрямляч

11 - перший фільтр нижніх частот

12 - перший однопороговий компаратор

13 - другий випрямляч

14 - другий фільтр нижніх частот

15 - другий однопороговий компаратор

16 - логічний блок

17 - індикатор ланцюга

18 - індикатор стану першої обмотки, що перевіряється, 4

19 - індикатор стану другої обмотки, що перевіряється, 3

20 - фазочутливий випрямляч

21 - третій фільтр нижніх частот

22 - двопороговий компаратор

Фіг. 2 - епюри напружень, де:

23 - напруга на другій обмотці 3 за відсутності в.з. в цій обмотці

24 - напруга на другій обмотці 3 при наявності в.з. в ній

25 - імпульси керування з генератора

26 - імпульси керування з виходу елемента затримки 5

27 - тактові імпульси з виходу формувача тактових імпульсів 6

28 - напруга з виходу віднімача 7

29 - імпульси керування з виходу формувача імпульсу керування 9

30 - напруга з виходу фазочутливого випрямляча 20 при в.з. в першій обмотці 4

31 - напруга на виході третього фільтра нижніх частот 21 при в. з. в першій обмотці 4

32 - напруга на виході суматора 8 при в.з. у другій обмотці 3

33 - напруга на виході фазочутливого випрямляча 20 при в.з. у другій обмотці 3

34 - напруга на виході третього фільтра нижніх частот 21 при в. з. у другій обмотці 3

35, 36 - напруга на виході фазочутливого випрямляча 20 за відсутності в.з. в обмотках - рівні розбалансу індуктивностей першої та другої обмоток

37 - напруга на верхньому виході двопорогового компаратора 22 при в.з. в першій обмотці 4

або на нижньому виході при в.з. в другій обмотці 3

38 - напруга на верхньому виході двопорогового компаратора 22 при в.з. у другій обмотці 3

або на нижньому виході при в.з. в першій обмотці 4

Фіг. 3 - приклад практичної реалізації генератора 1, де:

39 - джерело постійної напруги

40 - формувач імпульсів керування

41 - електронний ключ

42 - випрямний діод

Фіг. 4 - приклад практичної реалізації логічного блока 16, де:

43, 47, 56, 59 - вхідні випрямні діоди

44, 48, 57, 60 - резистори входів

- 46, 55, 67 - резистори виходів
 45 - логічний елемент 1I
 49, 50, 61 - логічні елементи HI
 51 - логічний елемент 3I-HI
 5 52, 54, 64, 66 - логічні елементи 2I
 53, 65 - логічні елементи 2-АБА
 58, 62, 63 - логічні елементи 3I
 a, b, c, d - логічні вхідні сигнали
 Y1, Y2, Y3 - логічні вихідні сигнали
 10 Фіг. 5 - таблиця логічних станів логічного блока 16, де:
 0 - логічний нуль
 1 - логічна одиниця
 x - будь-який стан
 Фіг. 6 - приклад практичної реалізації фазочутливого випрямляча 20, де:
 15 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78 - резистори
 72, 80 - операційні підсилювачі
 73 - випрямний діод
 79 - електронний ключ
 + U - позитивна постійна напруга
 20 Фіг. 7 - приклад практичної реалізації двопорогового компаратора 22, де:
 81, 82, 83, 84-резистори
 85, 86 - операційні підсилювачі
 + U - позитивна постійна напруга
 - U - негативна постійна напруга
 25 Генератор 1 формує імпульси напруги, які викликають затухаючі коливання в контурі конденсатора 2 - індуктивність послідовних обмоток другої 3 і першої 4. Напруга на виводах цих обмоток відносно загальної точки близькі за амплітудою, але протилежні по фазі.
 Одночасно вихідний імпульс з генератора затримується в елементі затримки 5 на час, більший часу загасання коливань в обмотці з в.з. і формувачем тактового імпульсу 6
 30 формується тактовий імпульс для відкривання віднімача 7 і суматора 8.
 Різниця напруг на виході віднімача не змінює своєї фази при наявності або відсутності в.з. в будь-якій обмотці і тому формувачем імпульсу керування 9 з різниці напруги реформуються імпульси керування.
 3 будь-якої обмотки, що перевіряється напруга через перший випрямляч 10, перший фільтр
 35 нижніх частот 11, перший однопороговий компаратор 12 надходить на перший вхід, а імпульси керування через другий випрямляч 13, другий фільтр нижніх частот 14, другий однопороговий компаратор 15 надходить на другий вхід логічного блока 16.
 Три виходи логічного блока підключені на три індикатори - індикатор ланцюга 17, індикатор стану першої обмотки, що перевіряється, 18, індикатор стану другої обмотки, що перевіряється,
 40 19.
 Сума напруг з виходу суматора змінює свою фазу в залежності від в. з. в першій або другій обмотці. Тому після фазочутливого випрямляча 20 і фільтрації третім фільтром нижніх частот 21 формується позитивна напруга (в.з. в обмотці 4) або негативна напруга (в.з. в обмотці 3), або нульова напруга (відсутність в.з.). Ця напруга через двопороговий компаратор 22 надходить на
 45 третій і четвертий входи логічного блока.
 Пристрій працює наступним чином.
 Генератор 1 формує короткі імпульси напруги. Як приклад на фіг. 3 показана можлива схема реалізації генератора. Коли з формувача імпульсів 40 надходить імпульс 25, то електронний ключ 41 відкривається і замикає ланцюг від джерела постійної напруги 39 на послідовно з'єднані
 50 обмотки, що перевіряються, або на дві однакові частини якірної обмотки 3 і 4. Струм в обмотках лінійно зростає і, отже, лінійно накопичується енергія в обмотках.
 Коли імпульс керування знімається, електронний ключ 41 закривається і енергія в обмотках формує затухаючі коливання. Випрямний діод 42 разом з електронним ключем 41 надійно відключають обмотки від джерела постійної напруги 39 і тому при, відсутності в.з., напруга на
 55 обмотці 3 буде мати вигляд 23 (слабке затухання), а при наявності в.з. - вигляд 24 (сильне затухання).
 Напруга на обмотці 4 при наявності або відсутності в.з. матиме аналогічний вид 23 або 24 відповідно, але в протифазі. Таким чином, на виводах обмоток 3 і 4 напруги будуть в протифазі, а тривалість затухань залежить від наявності або відсутності в.з. в цих обмотках.

Імпульс керування 25 з виходу генератора (або як у прикладі на фіг. 2 з виходу формувача імпульсів керування, що не суттєво) зсувається елементом затримки 5 на час, більший часу затухання коливань 24 в обмотці з в. з. і має вигляд 26. Елемент затримки 5 і формувач тактового імпульсу 6 можуть бути виконані з будь-якої з відомих схем, наприклад, на базі

5 одновібраторов на логічних елементах.

Перепадом імпульсу 26 запускається формувач тактового імпульсу 27, вершина якого повинна закінчуватися після завершення затухаючих коливань 23 в обмотці без в.з... На час дії тактового імпульсу 27, включаються віднімач 7 і суматор 8. Віднімач і суматор можуть бути виконані за відомими схемами, наприклад, на операційних підсилювачах.

10 На виході віднімача напруга буде мати вигляд 28 і фаза цієї напруги не залежить від в.з. в обмотках. Тому ця напруга використовується як керуюча для фазочутливого випрямляча 20 після формування імпульсів керування 29 блоком 9, який, наприклад, може бути виконаний на операційному підсилювачі.

15 Напруга на виході суматора 8 змінює свою фазу під впливом в.з. в обмотках. Якщо в.з. в обмотці 4, то фаза напруги буде як в коливаннях 28, якщо в.з. в обмотці 3, то фаза напруги - як в коливаннях 32.

20 Фазочутливий випрямляч 20 випрямляє вхідну напругу з урахуванням його фази і на виході фазочутливого випрямляча отримуємо напругу 30 (якщо в.з. в обмотці 4) або напругу 33 (якщо в.з. в обмотці 3). Якщо немає в.з. в обмотках, то напруга на виході буде близька до нуля (напруга 35 або 36).

Для пояснення роботи фазочутливого випрямляча 20 на фіг. 6 показаний приклад його практичної реалізації. На операційному підсилювачі 72 реалізований компаратор з опорною напругою, сформованою дільником на резисторах 69, 70 і підсиленням на резисторах 68, 71. Імпульси керування 29 інвертуються компаратором і двополярна вихідна напруга надходить

25 через випрямний діод 73 (негативна для закривання) або через резистор 74 (позитивна для відкривання) на вхід електронного ключа 79 з резистором зміщення 78.

Коли електронний ключ закритий, то підсилювач на елементах 75, 76, 77, 80 працює повторювачем, а коли електронний ключ відкритий, то - інвертором. Таким чином, при зміні фази вхідної напруги на 180° вихідна напруга фазочутливого випрямляча змінює величину

30 вихідної напруги на протилежну.

Третій фільтр нижніх частот 21 (виконаний, наприклад, на R-C елементах) згладжує пульсації після випрямлення - напруга 31 (якщо в.з. в обмотці 4), напруга 34 (якщо в.з. в обмотці 3). Двопороговий компаратор 22 формує двополярну напругу на кожному виході як показано на 37, 38.

35 На фіг. 7 представлена схема практичної реалізації двопорогового компаратора. Перший поріг (позитивний) сформований резистивним дільником 81, 82 і подається на інвертуючий вхід операційного підсилювача 85. Другий поріг (негативний) організований резистивним подільником 84, 83 і подається на неінвертуючий вхід операційного підсилювача 86.

40 Коли вхідна напруга близька до нуля (менше порогових), то на виходах операційних підсилювачів будуть негативні напруги (немає в.з. в обмотках).

Коли вхідна напруга позитивна (більше опорної), то на виході операційного підсилювача 85 буде позитивна напруга, а на виході операційного підсилювача 86 - негативна напруга (в.з. в обмотці 4).

45 Коли вхідна напруга негативна (по модулю більше опорної), то на виході операційного підсилювача 85 буде негативна напруга, а на виході операційного підсилювача 86 - позитивна напруга (в.з. в обмотці 3).

Кожен вихід двопорогового компаратора має вигляд 37, 38 і підключається на третій і четвертий входи логічного блока 16.

50 Для ідентифікації наявності стану ланцюга (коли обмотки, що перевіряються, 3 і 4 підключені до пристрою) напруга з будь-якої із обмоток, наприклад, з обмотки 3, подається через перший випрямляч 10, перший фільтр нижніх частот 11 (аналогічний другому фільтру нижніх частот) і однопороговий компаратор 12 на перший вхід логічного блока 16.

55 Для можливості ідентифікації станів відсутності в.з. в обмотках і наявності замикань в обох обмотках сигнал управління 29 через другий випрямляч 13, другий фільтр нижніх частот 14 і другий однопороговий компаратор подається на другий вхід логічного блока 16.

Приклад структурної схеми логічного блока 16 представлений на фіг. 4. Всі чотири входи за рахунок випрямних діодів 43, 47, 56, 59 і резисторів 44, 48, 57, 60 пропускають тільки позитивні напруги з виходів компараторів, а негативні напруги не пропускаються і виконують роль логічних нулів.

Отже, будь-який вхідний сигнал (a, b, c, d) дорівнює логічній одиниці (лог. 1), якщо напруга на вході логічного блока 16 позитивна, і дорівнює логічному нулю (лог. 0), якщо - негативна.

Три логічних виходи з логічного блока 16 (Y1, Y2, Y3) також знаходяться в стані або логічної одиниці (індикатор світиться), або логічного нуля (індикатор не світиться).

5 В таблиці на фіг. 5 представлена таблиця відповідності логічних виходів станам логічних виходів - необхідний алгоритм роботи логічного блока 16.

На прикладі структурної схеми реалізації алгоритму роботи логічного блока він реалізується наступним чином.

10 Коли немає ланцюга (обмотки, що перевіряються, відключені від пристрою), то вхідний сигнал a - 0 (лог. нуль), а значить, як це впливає зі схеми логічного блока, на виходах також будуть логічні нулі - Y1=0, Y2=0, Y3=0, а індикатори не світяться.

Якщо є в.з. в обох обмотках, то на виходах буде - a=1, b=0, c=0, d=0. Тоді логічні елементи 49, 50, 61, 63 забезпечують на виході елемента 63 лог. 1 і тому на виходах елементів будуть також лог. 1, а так як a - 1, то логічні елементи 54, 56 повторюють ці логічні одиниці на виходи 15 Y2 і Y3. Значить всі три індикатори будуть світитися. Резистори 46, 55, 67 обмежують струми індикаторів.

Якщо немає в.з., то на входах буде -a=1, b=1, c=0, d=0. Тоді на виході логічного елемента 51 буде лог. 0, який встановлює виходи логічних елементів 52 і 64 в лог. 0, а значить на виходах буде - Y2=0, Y3=0, Y1=1 (є ланцюг, але немає в.з. в обмотках).

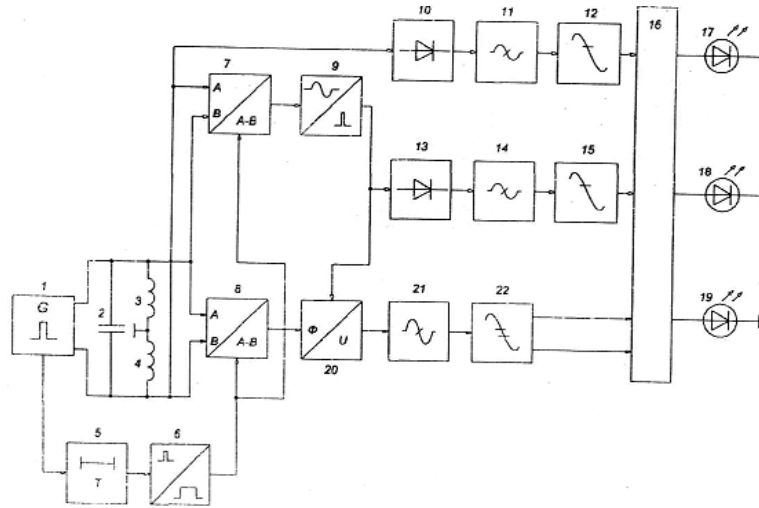
20 Якщо є в.з. в обмотці 4 або в обмотці 3, то на виході логічного елемента 58 або 62 буде лог. 1, а значить лог. 1 буде на виході Y2 або Y3 при Y=1 (є ланцюг і є в.з. в обмотці 4 або обмотці 3).

Якщо пристрій розробляється на базі мікроконтролера, то необхідний алгоритм роботи логічного блока 16 реалізується програмним способом без логічних елементів. Крім того, велика 25 частина блоків на фіг. 1, наприклад, генератор 1 (крім електронного ключа), елемент затримки 5, формувач імпульсу тактування 6, суматор 8, віднімач 7, формувач імпульсу управління 9, компаратори 12 і 15 також можуть бути реалізовані програмним способом. Але алгоритм програм буде описуватися на базі схеми пристрою, представленої на фіг. 1.

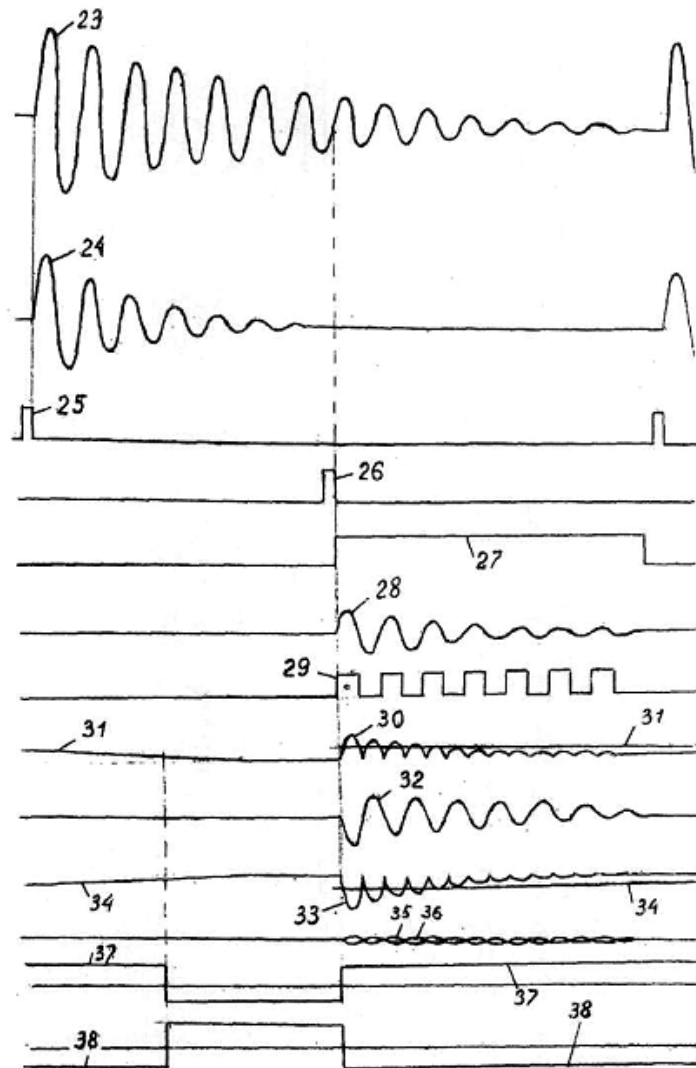
30 Таким чином, практична реалізація пристрою можлива як з використанням дискретних елементів, так і на базі мікроконтролера.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

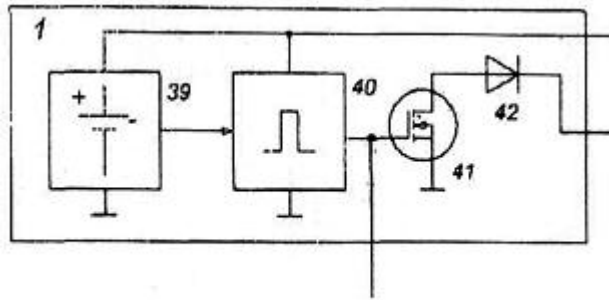
35 Пристрій для виявлення виткових замикань обмоток в електричних машинах і котушках індуктивностей, що містить генератор імпульсів, навантажений на паралельний ланцюжок з конденсатора і обмотки, що перевіряється, який **відрізняється** тим, що обмотка, що перевіряється, складається з послідовно включених двох обмоток, що перевіряються (одна з яких може бути зразковою), або з двох однакових частин якірної обмотки, віднімача і суматора з входами, підключеними до виходів цих обмоток, і тактові входи яких підключені до виходу 40 генератора через елемент затримки і формувач тактового імпульсу, вихід суматора підключений на вхід фазочутливого випрямляча, а вихід віднімача через формувач імпульсу керування - на керуючий вхід фазочутливого випрямляча і через другий випрямляч, другий фільтр нижніх частот і другий однопороговий компаратор підключений на другий вхід логічного елемента, одночасно вихід однієї з обмоток через перший випрямляч, перший фільтр нижніх 45 частот і перший однопороговий компаратор підключений на перший вхід логічного блока, а на третій і четвертий входи логічного блока подається сигнал з виходу фазочутливого випрямляча через третій фільтр нижніх частот і двопороговий компаратор, а три виходи логічного блока підключені до трьох індикаторів - індикатора ланцюга, індикатора першої обмотки, що перевіряється, індикатора другої обмотки, що перевіряється.



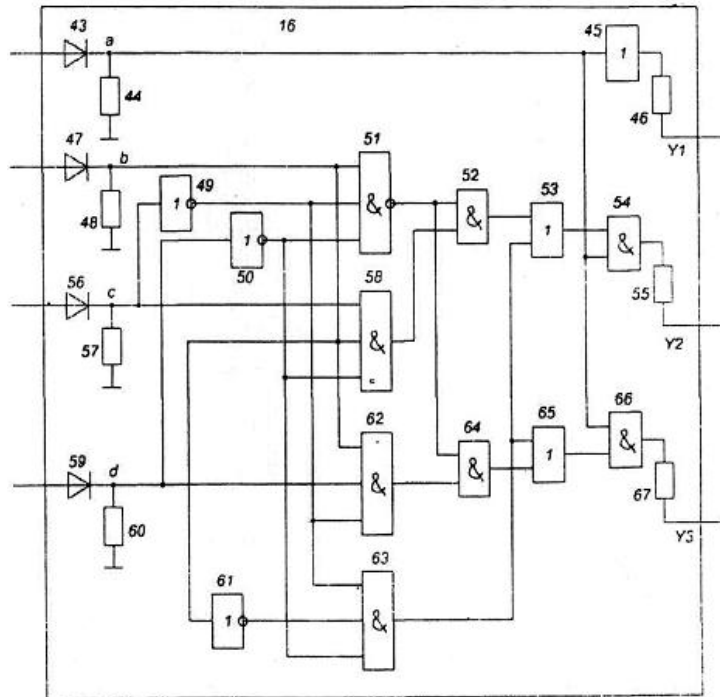
Фиг. 1



Фиг. 2



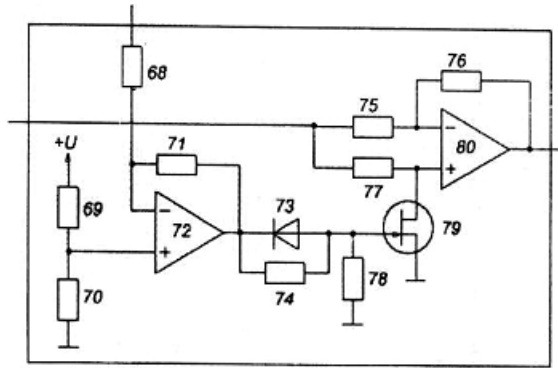
Фіг. 3



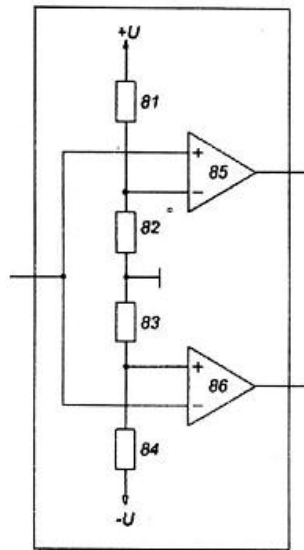
Фіг. 4

Логічні входи				Стан обмоток які перевіряються	Логічні виходи		
a	b	c	d		Y1	Y2	Y3
0	X	X	X	Немає ланцюга (обмотки не підключені до пристрою)	0	0	0
1	1	0	0	Немає виткових замикань в першій і другій обмотках	1	0	0
1	0	0	0	Є виткове замикання в першій 4 і в другій 3 обмотка	1	1	1
1	1	1	0	Є виткове замикання в першій 4 обмотці і немає в другій 3	1	1	0
1	1	0	1	Є виткове замикання в другій 3 обмотці і немає в першій 4	1	0	1

Фіг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7