



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РОБОЧОГО РЕСУРСУ СИЛОВИХ СТАТИЧНИХ КОНДЕНСАТОРІВ

(21) 99084751

(22) 20 08 1999

(24) 15 03 2001

(46) 15 03 2001 Бюл № 2, 2001 р

(72) Мокін Борис Іванович, Грабко Володимир Віталійович, Боцула Мирослав Павлович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю робочого ресурсу силових статичних конденсаторів, що містить перший масштабуючий підсилювач, аналого-цифровий перетворювач, цифровий суматор, перший реєстр, індикатор, який відрізняється тим, що в нього введені датчик напруги, перетворювач змінної напруги в постійну напругу, пристрій вибірки-зберігання, п'ять функціональних перетворювачів, чотири масштабуючих підсилювачі, аналоговий суматор, блок задання ресурсу, цифровий компаратор, другий реєстр, генератор імпульсів, лічильник імпульсів, дешифратор, блок установки нуля, причому вихід датчика напруги через перетворювач змінної напруги в постійну напругу з'єднаний з входом пристрою вибірки-зберігання, вихід якого підключений до входів кожного з п'яти функціональних перетворювачів, виходи яких з'єднані відповідно з входами кожного з п'яти масштабую-

чих підсилювачів, виходи яких в свою чергу підключені відповідно до п'яти входів аналогового суматора, вихід якого з'єднаний з входом аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового суматора, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифрою шиною першого реєстра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого реєстра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з другою вхідною цифрою шиною цифрового суматора, вихідна цифрова шина блоку задання ресурсу підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, вихід якого з'єднаний з входом індикатора і з входом кіл сигналізації, а друга вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини першого реєстра, вихід генератора імпульсів з'єднаний з лічильним входом лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини дешифратора, перший вихід якого з'єднаний з керуючим входом пристрою вибірки-зберігання, другий вихід - з керуючим входом аналого-цифрового перетворювача, третій і четвертий виходи - з керуючими входами першого і другого реєстрів відповідно, вихід блока установки нуля підключений до установочних входів лічильника імпульсів, першого і другого реєстрів

Винахід відноситься до області електротехники і може бути використаний для вимірювання робочого ресурсу силових статичних конденсаторів

Відомий спосіб неруйнуючого контролю якості ізоляції електричних виробів (А С СРСР №1698841, М кл G 01 R 31/12, бюл №46, 1991), який реалізовано в пристрої, що містить генератор, перший вихід якого підключений до входу лічильника, вихідна багаторозрядна шина якого з'єднана з відповідною вхідною шиною цифроаналогового перетворювача, вихід якого підключений до першого входу комутатора, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом генератора, а третій вхід підключений до третього виходу ЕОМ, вихід комутатора з'єднаний через послідовно ввімкнені підсилювач потужності і трансформатор з входом

помножувача напруги, перший вихід якого підключений до першого виводу захисного резистора, другий вивід якого з'єднаний з першим виводом об'єкта дослідження та з першим виводом зразкового конденсатора, другий вивід якого підключений до другого виводу помножувача напруги і першого виводу зразкового резистора, другий вивід якого з'єднаний з другим виводом об'єкта дослідження, перший і другий виводи зразкового резистора підключені відповідно до першого і другого входів фільтра верхніх частот, перший і другий виходи помножувача напруги з'єднані відповідно з першим і другим входами перетворювача напруги, вихід якого підключений до входу цифрового вольтметра, вихід фільтра верхніх частот з'єднаний з першим входом елемента пам'яті і з входом формувача імпульсів запису, перший вихід якого

підключений до другого входу елемента пам'яті і до другого входу імпульсного логарифмічного аналого-цифрового перетворювача, перший вхід якого з'єднаний з виходом елемента пам'яті, а багаторозрядна вихідна шина підключена відповідно до першої вхідної шини оперативного запам'ятовуючого пристрою, друга багаторозрядна вхідна шина якого з'єднана з відповідною вихідною шиною цифрового вольтметра, вихідна багаторозрядна шина оперативного запам'ятовуючого пристрою підключена до вхідної шини ЕОМ, вихідна шина якої з'єднана з вхідною шиною вузла виводу інформації, вихід оперативного запам'ятовуючого пристрою підключений до керуючого входу цифрового вольтметра, перший вхід оперативного запам'ятовуючого пристрою з'єднаний з першим виходом ЕОМ, другий вихід якої підключений до входу вузла виводу інформації, другий вхід оперативного запам'ятовуючого пристрою з'єднаний з другим виходом формувача імпульсів запису

Недоліком цього пристрою є те, що для отримання даних про об'єкт дослідження його необхідно виводити з експлуатації, а також те, що спосіб не дозволяє контролювати робочий ресурс об'єкта

За прототип обрано пристрій для вимірювання часткових розрядів (А С СРСР №1751696, М кл G 01 R 31/00, бюл №28, 1992), що містить джерело напруги, до виходів якого паралельно підключена ємність, перший вивід якої через об'єкт вимірювання з'єднаний з першим виводом резистора і з першим входом підсилювача, другий вхід якого та другий вивід резистора підключені до другого виводу ємності, перший і другий виходи підсилювача з'єднані з першим і другим входами аналого-цифрового перетворювача (АЦП), вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини регістра $X(0)$ масиву паралельних зміщуючих регістрів $X(0)$ $X(N+1)$, що з'єднані послідовно, вихідні цифрові шини регістрів $X(0)$ та $X(N+1)$ підключені відповідно до першої і другої вхідних цифрових шин першого суматора, вихідна цифрова шина

регистра $X\left(\frac{N-1}{2}\right)$ з'єднана з вхідною цифровою

шиною інвертора, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини другого суматора, молодший розряд другої вхідної шини якого з'єднаний з шиною живлення, а старші розряди - з загальною шиною, вихідна цифрова шина другого суматора підключена зі зміщенням на один розряд до першої вхідної цифрової шини третього суматора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною четвертого суматора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого суматора, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною регістра та зі зміщенням на n розрядів з вхідною цифровою шиною індикатора, вхідна цифрова шина регістра підключена до вихідної цифрової шини третього суматора, вхід тактових сигналів підключений до керуючих входів регістра, АЦП і до синхровходів кожного з регістрів масиву паралельних зміщуючих регістрів

Головним недоліком цього пристрою є те, що для проведення вимірювань об'єкт (конденса-

тор) необхідно виводити з експлуатації, причому вимірювання не дозволяють провести оцінку робочого ресурсу конденсатора

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення пристрою для контролю робочого ресурсу силових статичних конденсаторів, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається можливість визначення поточного ресурсу силових статичних конденсаторів, а також можливість передбачити момент виходу їх з ладу

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для контролю робочого ресурсу силових статичних конденсаторів, який складається з підсилювача (в подальшому - першого масштабуючого підсилювача), АЦП, суматора (в подальшому - цифрового суматора), регістра (в подальшому - першого регістра), індикатора введено датчик напруги (ДН), перетворювач змінної напруги в постійну напругу, пристрій вибірки-зберігання (ПВЗ), п'ять функціональних перетворювачів, чотири масштабуючих підсилювачі, аналоговий суматор, блок задання ресурсу (БЗР), цифровий компаратор, другий регістр, генератор імпульсів, лічильник імпульсів, дешифратор, блок установки нуля (БУ), причому вихід датчика напруги через перетворювач змінної напруги в постійну напругу з'єднаний з входом ПВЗ, вихід якого підключений до входів кожного з п'яти функціональних перетворювачів, виходи яких з'єднані відповідно з входами кожного з п'яти масштабуючих підсилювачів, виходи яких в свою чергу підключені відповідно до п'яти входів аналогового суматора, вихід якого з'єднаний з входом АЦП, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового суматора, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з другою вхідною цифровою шиною цифрового суматора, вихідна цифрова шина блоку задання ресурсу підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, вихід якого з'єднаний з входом індикатора і з входом кіл сигналізації, а друга вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини першого регістра, вихід генератора імпульсів з'єднаний з лічильним входом лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини дешифратора, перший вихід якого з'єднаний з керуючим входом ПВЗ, другий вихід - з керуючим входом АЦП, третій і четвертий виходи - з керуючими входами першого і другого регістрів відповідно, вихід БУ підключений до установочних входів лічильника імпульсів, першого і другого регістрів

За рахунок введення в пристрій датчика напруги, перетворювача змінної напруги в постійну напругу, пристрою вибірки-зберігання, п'яти функціональних перетворювачів, чотирьох масштабуючих підсилювачів, аналогового суматора, блоку задання ресурсу, цифрового компаратора, другого регістра, генератора імпульсів, лічильника імпульсів, дешифратора, блока установки нуля та відповідних зв'язків з'являється можливість проводити контроль робочого ресурсу конденсаторів, що дозволяє завчасно передбачити вихід їх з ладу, тим

самим розширюючи функціональні можливості пристрою

Пристрій для контролю робочого ресурсу силових статичних конденсаторів пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема

На фіг 1 - ДН, 2 - перетворювач змінної напруги в постійну 3 - ПВЗ, 4 - 8 - функціональні перетворювачі, 9 - 13 - масштабуючі підсилювачі, 14 - аналоговий суматор, 15 - АЦП, 16 - цифровий суматор, 17 - перший реєстр, 18 - БЗР 19 - цифровий компаратор 20 - індикатор, 21 - другий реєстр, 22 - генератор імпульсів, 23 - лічильник імпульсів, 24 - дешифратор, 25 - БУ, причому вихід ДН 1 через перетворювач змінної напруги в постійну напругу 2 з'єднаний з входом ПВЗ 3, вихід якого підключений до входів кожного з п'яти функціональних перетворювачів 4-8, виходи яких з'єднані відповідно з входами кожного з п'яти масштабуючих підсилювачів 9-13, виходи яких в свою чергу підключені відповідно до п'яти входів аналогового суматора 14, вихід якого з'єднаний з входом АЦП 15, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового суматора 16, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого реєстра 17, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого реєстра 21, вихідна цифрова шина якого з'єднана з другою вхідною цифровою шиною цифрового суматора 16, вихідна цифрова шина БЗР 18 підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора 19, вихід якого з'єднаний з входом індикатора 20 і з входом кіл сигналізації, а друга вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини першого реєстра 17, вихід генератора імпульсів 22 з'єднаний з лічильним входом лічильника імпульсів 23, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини дешифратора 24, перший вихід якого з'єднаний з керуючим входом ПВЗ 3, другий вихід - з керуючим входом АЦП 15, третій і четвертий виходи - з керуючими входами першого 17 і другого 21 реєстрів відповідно, вихід БУ 25 підключений до установочних входів лічильника імпульсів 23, першого 17 і другого 21 реєстрів

Запропонований пристрій працює наступним чином. При подачі живлячої напруги на схему БУ 25 виробляє імпульс, що встановлює лічильник імпульсів 23, а також перший 17 і другий 21 реєстри в нульове положення. Одночасно починає виробляти імпульси генератор імпульсів 22 з виходу ДН 1 сигнал через перетворювач змінної напруги в постійну 2 подається на вхід ПВЗ 3. В момент, коли на першому виході дешифратора 24, що керується лічильником імпульсів 23, з'являється імпульс, значення напруги, що подається з ДН 1, запам'ятовується в ПВЗ 3.

Строк служби або робочий ресурс силових статичних конденсаторів τ_n тісно пов'язаний зі значенням концентрації $C_r(t)$ газів в олії, які утворюються в процесі старіння рідкого діелектрика під дією часткових розрядів, і чим більше значення $C_r(t)$, тим менше τ_n . Тому задача контролю робочого ресурсу τ_n зводиться до задачі визначення значення концентрації газів $C_r(t)$.

Відомо, що зростання в часі Δt концентрації газу C_r в олії відбувається за виразом

$$\Delta C_r = \frac{\gamma}{V_M} P_n(t) \Delta t, \quad (1)$$

де γ - питома газовиділення, V_M - повний об'єм олії бака силового статичного конденсатора, $P_n(t)$ - середня потужність початкових часткових розрядів в момент часу t .

Очевидно, що до моменту часу t концентрація газів, що виділяються з олії в силовому статичному конденсаторі, може бути визначена шляхом інтегрування виразу (1), тобто

$$C_r(t) = \int_0^t \frac{\gamma}{V_M} P_n(t) dt \quad (2)$$

Відомо, що середня потужність $P_n(t)$ початкових часткових розрядів в основному залежить від напруги $U(t)$, прикладеної до ізоляції, і може бути визначена за виразом

$$P_n(t) = A \left(\frac{U(t)}{U_n} \right)^b = Ah^b(t), \quad (3)$$

де A - постійний коефіцієнт, що залежить від ізоляційної конструкції (для однотипних силових статичних конденсаторів коефіцієнт A незмінний), b - показник степені напруги, $U(t)$ - прикладена до ізоляції напруга на момент часу t , U_n - напруга появи початкових часткових розрядів, $h(t)$ - кратність напруги

$$h(t) = \left(\frac{U(t)}{U_n} \right) \quad (4)$$

Для визначення середньої потужності часткових розрядів проведемо заміну формули (3) наступним виразом

$$P_n(t) = \sum_{i=4}^8 A_i \left(\frac{U(t)}{U_n} \right)^i = \sum_{i=4}^8 A_i h^i(t), \quad (5)$$

де $A_i (i=4, 8)$ - постійні коефіцієнти, що залежать від ізоляційної конструкції (для однотипних силових статичних конденсаторів A_i незмінні)

За методом найменших квадратів апроксимація залежності (3) виразом (5) буде оптимальною, коли функція

$$f = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=4}^8 A_i h_j^i - P_{n_j} \right)^2 \rightarrow \min, \quad (6)$$

де n - кількість дослідів (не менше п'яти)

Виконавши математичні перетворення, отримаємо $A_i, i=4, 8$

З формул (2), (5) слідує

$$C_r(t) = \int_0^t \left(\sum_{i=4}^8 K_i U^i(t) \right) dt, \quad (7)$$

де $K_i (i=4, 8)$ - постійні коефіцієнти, що залежать від ізоляційної конструкції (для однотипних статичних конденсаторів незмінні)

$$K_i = \frac{\gamma A_i}{V_M U_n^i}. \quad (8)$$

Таким чином, стежачи за значенням $C_r(t)$ за формулою (7) до значення насиченої концентрації

С_{гн}, можна контролювати робочий ресурс силових статичних конденсаторів

З виходу ПВЗ 3 значення напруги подається на входи функціональних перетворювачів 4 - 8, де відбувається обчислення значень $U_i(t)$ ($i = 4-8$). З виходів функціональних перетворювачів 4-8 сигнали надходять на відповідні входи масштабуючих підсилювачів 9-13, в яких проводиться множення вхідного сигналу на коефіцієнт K . Далі з виходів масштабуючих підсилювачів 9-13 сигнали подаються на відповідні входи аналогового суматора 14, з виходу якого сигнал пропорційний виразу

$$\sum_{i=4}^8 K_i U_i'(t)$$

надходить на аналоговий вхід АЦП 15

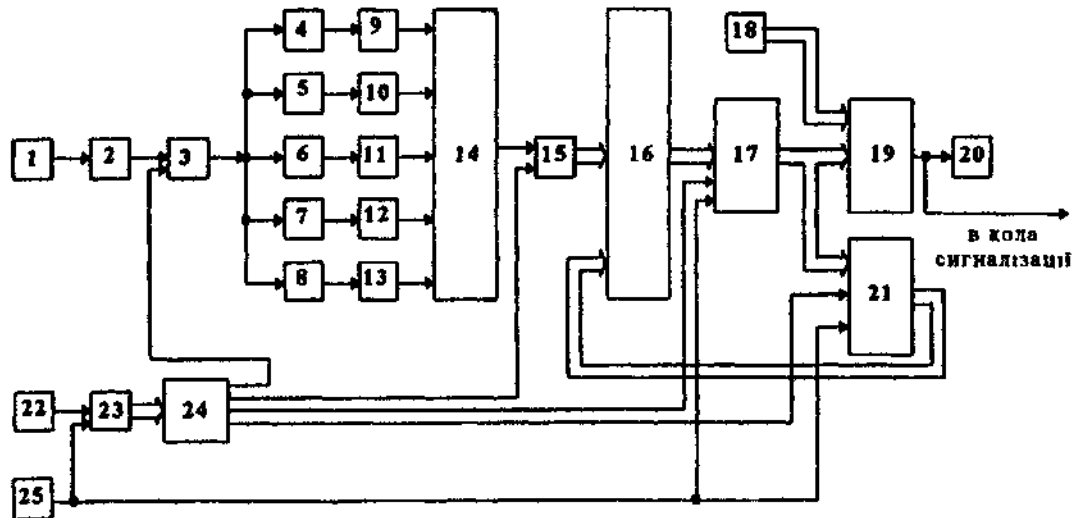
При появі імпульсу на керуючому вході АЦП 15, що подається з другого виходу дешифратора 24 в АЦП 15 відбувається перетворення аналогового сигналу в цифровий. При цьому його вихідний цифровий код по цифровій шині поступає на перший вхід цифрового суматора 16. В перший момент часу на вихідних цифрових шинах першого 17 і другого 21 регістру присутній нульовий цифровий код, тому на виході цифрового суматора 16 буде цифровий код, рівний вхідному цифровому коду, який при появі імпульсу на третьому вході дешифратора 24 записується в перший регістр 17,

який є регістром робочого ресурсу силового конденсатора по строку служби ізоляції

При появі імпульсу на четвертому вході дешифратора 24 цифровий код з виходу першого регістру 17 по цифровій шині записується в другий регістр 21. В описаному циклі роботи блоків пристрою визначається робочий ресурс силового кон-

денсатора відповідний виразу $\int_{t_1}^{t_2} \sum_{i=4}^8 K_i U_i'(t) dt$

за період $[t_1, t_2]$ (в першому циклі $t_1=0$) в перерахуванні на рівень концентрації газів при виникненні часткових розрядів. В другому і наступних циклах роботи блоків пристрою в цифровому суматорі 16 відбувається додавання поточного значення цифрового коду робочого ресурсу силового конденсатора до цифрового коду сумарного ресурсу, що обчислений в усіх попередніх циклах і записаний в другому регістрі 21. Якщо цифровий код, записаний в перший регістр 17, що подається по цифровій шині в цифровий компаратор 19, співпадає з цифровим кодом, записаним в БЗР 18, що відповідає вичерпанню робочого ресурсу силового конденсатора, то на виході цифрового компаратора 19 з'являється сигнал логічної одиниці, що включає індикатор 20 і поступає в кола сигналізації оперативному персоналу.



Тираж 50 екз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 - 72 - 89 (03122) 2 - 57 - 03