



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **81615** (13) **U**  
(51) МПК  
*H02J 3/12* (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

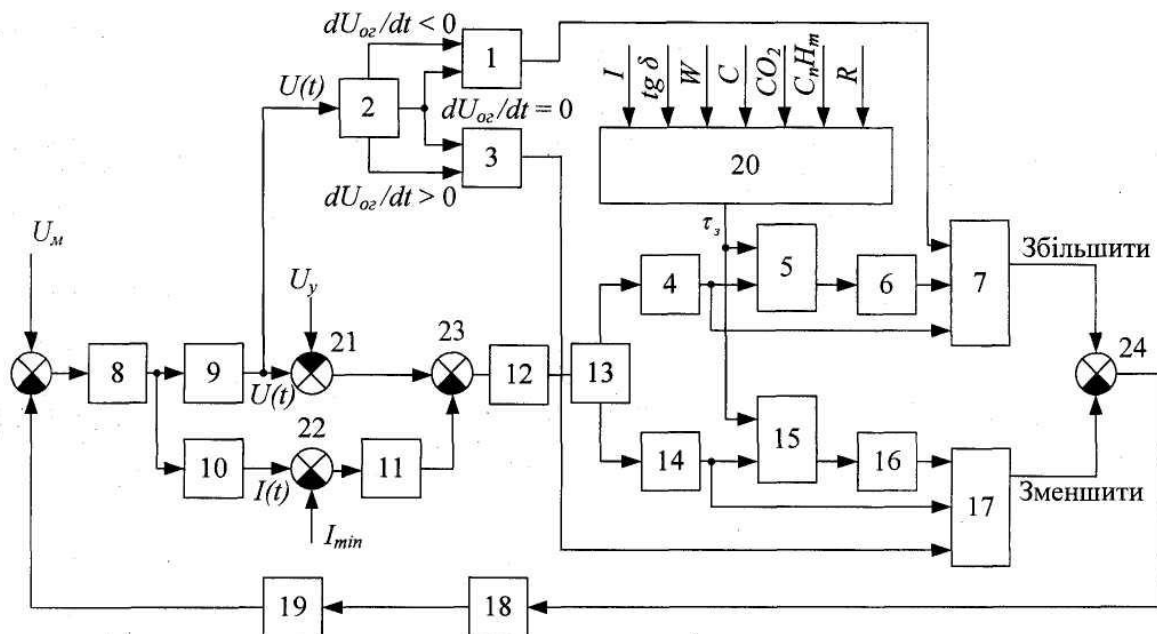
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2012 14128</b>	(72) Винахідник(и): <b>Левицький Сергій Михайлович (UA), Колмачов Костянтин Ігоревич (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>11.12.2012</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.07.2013</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.07.2013, Бюл.№ 13</b>	

## (54) ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР НАПРУГИ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

### (57) Реферат:

Інтелектуальний регулятор напруги трансформаторної підстанції містить датчик струму, датчик напруги, пороговий блок, перший та другий перетворювачі імпульсного сигналу в потенційний, перший та другий блоки часової затримки, блок визначення знака похідної, перший та другий елемент АБО, перший та другий елемент І, підсилювач. Додатково містить fuzzy-контролер, масштабатор, перший та другий імпульсні елементи.



UA 81615 U



Корисна модель належить до області електротехніки і може бути використана для регулювання напруги в споживачів електроенергії.

Відомий автоматичний адаптивний регулятор напруги [патент РФ №2055440, м. кл. H02J3/12, бюл. №6, 27.02.1996], в якому вхід блока визначення поточного значення перемикача РПН підключений до привода РПН, а перший і другий виходи його з'єднані відповідно з входом блока розрахунку числа перемикачів РПН і першим входом блока розрахунку дисперсії напруги, перший і другий входи блока розрахунку ефективності регулювання підключені відповідно до виходу блока розрахунку дисперсії напруги і виходу "Так" блока порівняння числа перемикачів РПН за добу з заданим значенням, а його вихід підключений до входу блока порівняння ефективності регулювання з заданим значенням, вихід "Так" якого з'єднаний з входом блока зменшення витримки часу, вхід блока порівняння числа перемикачів РПН за добу з допустимим значенням підключений до виходу блока розрахунку числа перемикачів РПН, а вихід "Ні" його підключений до блока збільшення витримки часу, вхід блока порівняння зони нечутливості з заданими значеннями підключений до виходу блока зменшення затримки часу, а його виходи "Так" та "Ні" підключені відповідно до першого входу блока зміни зони нечутливості і до виходу блока зміни знаку приросту зони нечутливості регулювання напруги, вихід якого з'єднаний з другим входом блока зміни зони нечутливості, вихід вимірjuвального перетворювача з'єднаний з входом блока розрахунку дисперсії напруги і з першим входом блока контролю і управління, вихід якого з'єднаний з входом блока формування сигналу управління, другий вхід блока контролю і управління з'єднаний з виходом блоку збільшення витримки часу, з виходом "Ні" блока ефективності регулювання з заданим значенням і виходом блока зміни зони нечутливості.

Недоліком даного пристрою є те, що блок розрахунку ефективності регулювання і визначення допустимого числа перемикачів на добу не враховує фактичного стану пристрою РПН, що ускладнює його застосування для управління зношеними РПН.

За найближчий аналог вибрано автоматичний регулятор напруги [патент України № 35207А, м.кл. H02 P13/06, бюл. №2, 15.03.2001], в якому вхід датчика струму підключений до кола струму навантаження, а вихід з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого підключений до виходу датчика напруги, а вхід датчика напруги підключений до кола напруги навантаження, перший вихід суматора з'єднаний з першим входом блока формування і зміни зони нечутливості, вихід якого підключений до входу блока формування і зміни уставки напруги, вихід якого з'єднаний з входом порогового блока, вихід якого підключений до входів першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого блоків часової затримки, виходи яких підключені до перших входів відповідно третього і четвертого логічних елементів I, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів I, перший і другий підсилювачі, виходи яких підключені до електроприводу пристрою регулювання навантаження (РПН) силового трансформатора, блок визначення похідної огинаючої регульованої напруги, вхід якого з'єднаний з другим виходом суматора, а вихід підключений до входу блока визначення знака похідної, перший і другий виходи якого з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів АБО, виходи яких підключені до перших входів відповідно п'ятого і шостого логічних елементів I, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно третього і четвертого логічних елементів I, треті входи підключені до виходів відповідно першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, а виходи з'єднані з входами відповідно першого і другого блоків пам'яті, виходи яких підключені до других входів відповідно першого і другого логічних елементів I, перший логічний елемент НІ, вхід якого з'єднаний з виходом блока визначення похідної огинаючої регульованої напруги, а вихід підключений до других входів першого і другого логічних елементів АБО, блок зміни періоду тактових імпульсів, перший і другий входи якого з'єднані з виходами відповідно першого і другого блоків часової затримки, а вихід підключений до входу генератора тактових імпульсів, вихід якого з'єднаний з другими входами першого і другого блоків часової затримки, а також з третім входом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній", перший і другий входи якого підключені до виходів відповідно першого і другого підсилювачів, блок перемикачів генератора тактових імпульсів в нормальному режимі, вхід якого з'єднаний з електроприводом, а вихід підключений до другого входу блока формування і зміни зони нечутливості, до третього входу блока зміни періоду тактових імпульсів, а також до першого входу елемента контролю електропривода в режимі "Застрягання", другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора тактових імпульсів, а вихід підключений до першого входу блоку блокування, другий вхід якого з'єднаний з виходом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній", третій вхід з'єднаний з колом подачі сигналу "Скид", а вихід підключений до других входів третього і четвертого логічних елементів I, вхід фільтра

підключений до другого виходу суматора, а вихід з'єднаний з входами першого і другого тригерів Шмітта, виходи яких підключені відповідно до першого і другого входів п'ятого логічного елемента АБО, а також до перших входів відповідно сьомого і восьмого логічних елементів І, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно третього і четвертого логічних елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів відповідно першого і другого логічних елементів І, а виходи з'єднані з входами відповідно першого і другого підсилювачів, вихід п'ятого логічного елемента АБО підключений до входу третього блоку часової затримки, вихід якого з'єднаний з 5 другими входами сьомого і восьмого логічних елементів І, вхід другого логічного елемента НІ підключений до виходу блоку перемикачів генератора тактових імпульсів в нормальному режимі, а вихід з'єднаний з входом четвертого блоку часової затримки, вихід якого підключений до третіх входів сьомого і восьмого логічних елементів І, четверті входи яких з'єднані з виходом 10 блока блокування, вхід блока сигналізації підключений до виходу блока блокування.

Недоліком пристрою є фіксоване значення затримки часу на перемикач, що обмежує швидкодію регулювання при експлуатації нових пристроїв регулювання напруги під 15 навантаженням РПН.

В основу корисної моделі поставлена задача покращення динамічних показників систем регулювання напруги в споживачів електроенергії за рахунок збільшення ефективності використання ресурсу нових пристроїв РПН трансформаторів, підвищення надійності електропостачання за рахунок зменшення кількості перемикачів зношеними пристроями РПН.

Поставлена задача вирішується тим, що в інтелектуальний регулятор напруги трансформаторної підстанції, який містить датчик струму, датчик напруги, пороговий блок, перший та другий перетворювачі імпульсного сигналу в потенційний, перший та другий блоки часової затримки, блок визначення знака похідної, перший та другий елементи АБО, перший та другий елементи І, підсилювач, причому вхід датчика струму підключений до кола струму навантаження, а вихід з'єднаний з першим входом першого суматора, вхід датчика напруги 25 підключено до кола напруги навантаження, вихід порогового блока підключено до входів першого та другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого блоків часової затримки, блок визначення знака похідної огинаючої регульованої напруги, перший і третій виходи якого з'єднані з першими 30 входами відповідно першого і другого логічних елементів АБО, введено fuzzy-контролер, масштаботвор, перший та другий імпульсні елементи, причому вихід fuzzy-контролера з'єднано з другими входами блоків часової затримки, а перший вхід з'єднано з виходом датчика струму електроприводу пристрою регулювання під напругою силового трансформатора, другий вхід з'єднано з датчиком кута діелектричних втрат трансформаторного масла, третій вхід з'єднано з 35 датчиком вологості трансформаторного масла, четвертий вхід з'єднано з датчиком ємності масла, п'ятий вхід з'єднано з датчиком вмісту двоокису вуглецю в маслі, шостий вхід з'єднано з датчиком опору контактів перемикача пристрою регулювання під напругою силового трансформатора, вхід першого та другого імпульсних елементів з'єднано з першим та другим блоками часової 40 затримки відповідно, а вихід першого імпульсного елемента з'єднано з другим входом першого елемента І, перший вхід якого з'єднано з виходом першого елемента АБО, другий вхід якого підключено до другого виходу блока визначення знака похідної, а вихід блока визначення похідної огинаючої регульованої напруги до з'єднано з виходом датчика напруги, третій вхід першого елемента І підключено до виходу першого перетворювача імпульсного сигналу в 45 потенційний, а вихід підключено до першого входу четвертого суматора, вихід другого імпульсного елемента підключено до першого входу другого елемента І, другий вхід підключено до виходу другого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний, третій вхід підключено відповідно до другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднано з другим виходом блока визначення знака похідної, а вихід підключено до другого входу четвертого суматора, вихід якого підключено до електроприводу пристрою перемикачів відгалужень, а вихід підключено до 50 перемикаючого пристрою, вихід підсилювача з'єднано з пороговим блоком, а вхід підключено до виходу третього суматора, перший вхід якого з'єднано з виходом другого суматора перший вхід якого підключено до виходу датчика напруги, другий вхід третього суматора з'єднано з виходом масштаботвора, вхід якого підключено до першого суматора, перший вхід якого підключено до 55 виходу датчика струму.

На кресленні представлена структурна схема інтелектуального регулятора напруги трансформаторної підстанції, на якій: 1,3 - перший та другий елементи АБО відповідно; 2 - блок визначення знака похідної огинаючої регульованої напруги; 4,14 - перший та другий перетворювач імпульсного сигналу в потенційний відповідно; 5,15 - перший та другий блок часової затримки відповідно; 6,16 - перший та другий імпульсні елементи відповідно; 7,17 -

перший та другий елементи I відповідно; 8 - електрична мережа; 9 - датчик напруги; 10 - датчик струму; 11 - масштабатор; 12 - підсилювач; 13 - пороговий блок; 18 - електропривод пристрою перемикачання відгалужень; 19 - перемикаючий пристрій; 20-fuzzy-контролер, причому вхід датчика струму 10 підключений до кола струму навантаження, а вихід з'єднаний з першим входом першого суматора 22, а вихід суматора підключено до входу масштабатора 11, вихід якого підключено до другого входу третього суматора 23, перший вхід якого підключено до виходу другого суматора 21, перший вхід якого з'єднано з датчиком напруги 22, вхід якого підключено до кола напруги навантаження, вихід третього суматора 23 підключено до входу підсилювача 12, вихід з'єднано з входом порогового блока 13, перший та другий вихід якого підключено до входів відповідно першого та другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний 4, 14, виходи яких з'єднані з першими виходами відповідно першого та другого блоків часової затримки 5,15, другі входи відповідно з'єднані з fuzzy - контролером 20, а перший вхід з'єднано з виходом датчика струму електроприводу пристрою регулювання під напругою силового трансформатора, другий вхід з'єднано з датчиком кута діелектричних втрат трансформаторного масла, третій вхід з'єднано з датчиком вологості трансформаторного масла, четвертий вхід з'єднано з датчиком ємності масла, п'ятий вхід з'єднано з датчиком вмісту двоокису вуглецю в маслі, шостий вхід з'єднано з датчиком вмісту розчинених вуглеводнів в маслі, сьомий вхід з'єднано з датчиком опору контактів перемикача пристрою регулювання під напругою силового трансформатора, виходи першого та другого блоків часової затримки 5, 15 з'єднані відповідно з першим та другим імпульсними елементами 6,16, вихід першого імпульсного елемента 6 підключено до другого входу першого елемента I 7, перший вхід якого підключено до виходу першого елемента АБО 1, перший та другий вхід підключено відповідно до першого та другого виходів блоку визначення знаку похідної огинаючої регульованої напруги на 2, вхід якого підключено до датчика напруги 9, третій вхід першого елемента I 7 з'єднано з виходом першого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 4, вихід підключено до першого входу четвертого суматора 24, до другого входу якого підключено вихід другого елемента I 17, перший вхід якого з'єднано з другим імпульсним елементом 16, другий вхід з'єднано з виходом другого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 14, третій вхід підключено до другого елемента АБО 3, перший та другий вхід якого підключено відповідно до другого та третього виходів блоку визначення знаку похідної огинаючої регульованої напруги 2, вихід четвертого суматора 24 підключено до входу електропривода пристрою перемикачання відгалуження відгалужень 18, вихід якого з'єднано з входом перемикаючого пристрою 19.

Інтелектуальний регулятор напруги трансформаторної підстанції працює наступним чином.

Напруга розподільчої мережі вимірюється за допомогою датчика напруги 9, з якого надходить сигнал на вхід блоку визначення знаку похідної огинаючої напруги на навантаженні 2, якщо внаслідок деяких причин напруга на навантаженні збільшується, то значення похідної огинаючої функції стає додатнім і сигнал з першого та другого виходів подається до першого та другого входів першого елемента АБО 1, на виході якого з'являється сигнал, який подається на перший вхід першого елемента 17. Сигнал з датчика напруги 9 надходить на перший вхід другого суматора 21, на другий вхід якого подається значення напруги, яка відповідає номінальній напрузі на шинах підстанції, якщо ці напруги відрізняються, то на виході другого суматора 21 з'являється сигнал, який надходить на перший вхід третього суматора 23, на другий вхід якого надходить сигнал з виходу масштабатора 11, на вхід якого надходить сигнал з виходу першого суматора 22, на перший вхід якого подається сигнал з датчика струму 10, вихід якого підключений до кола струму навантаження, на другий вхід першого суматора 22 подається значення струму, що знімається з шин підстанції в режимі мінімуму навантаження, після третього суматора 23 сигнал подається на вхід підсилювача 12, вихід якого підключено до входу порогового елемента 13, який формує імпульси, що подаються на вхід першого та другого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 4 та 14, вихід першого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 4 підключений до другого входу першого блоку часової затримки 5, на перший вхід якого надходить сигнал керованої затримки з виходу fuzzy-контролера 20, на входи якого надходить інформація від семи датчиків стану, на основі яких робить нечіткий висновок про затримку часу, сигнал з виходу першого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 4 підключений до третього входу першого елемента I 7, до другого входу якого підключено вихід першого імпульсного елемента 6, який з'єднаний з виходом блоку часової затримки 5, при одночасній появі сигналів на першому, другому та третьому входах першого елемента I 7 на його виході з'являється сигнал, який подається на перший вхід четвертого суматора 24, вихід якого підключено до електропривода пристрою перемикачання відгалужень силового трансформатора 18, вихід якого з'єднано з входом перемикаючого пристрою 19, який відпрацьовує команду на зміну положення РПН, що

відповідає більшій кількості витків трансформатора, а як наслідок зменшення напруги на шинах підстанції.

При зменшенні напруги на шинах підстанції значення похідної огинаючої функції стає від'ємним, то сигнал з другого та третього виходів подається до першого та другого входів другого елемента АБО 3 на виході якого з'являється сигнал, який подається на третій вхід другого елемента I 17, другий вхід якого підключено до виходу другого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 14, вхід якого з'єднано з виходом пороговим блоком 13, вихід другого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 14 підключено до другого блока часової затримки 15, на перший вхід якого надходить сигнал керованої затримки з виходу fuzzy-контролера 20, на входи якого надходить інформація від семи датчиків стану, на основі яких робить нечіткий висновок про затримку часу, вихід другого елемента часової затримки 15, підключений до входу другого імпульсного елемента 16, вихід якого з'єднано з першим входом другого елемента I 17 на його виході з'являється сигнал, який подається на другий вхід четвертого суматора 24, вихід якого підключено до електропривода пристрою перемикачання відгалужень силового трансформатора 18, вихід якого з'єднано з входом перемикаючого пристрою 19, який відпрацьовує команду на зміну положення РПН, що відповідає меншій кількості витків трансформатора, а як наслідок збільшення напруги на шинах підстанції.

Втілення запропонованого інтелектуального регулятора напруги трансформаторної підстанції дозволить за рахунок введення контролера з нечіткою логікою (fuzzy-контролера), що враховує ресурс РПН трансформаторів та формує варіативну затримку на проведення перемикачання, збільшити швидкодію регулювання при експлуатації нових РПН, що сприятиме більш ефективному використанню ресурсу пристроїв РПН в системах регулювання напруги.

25

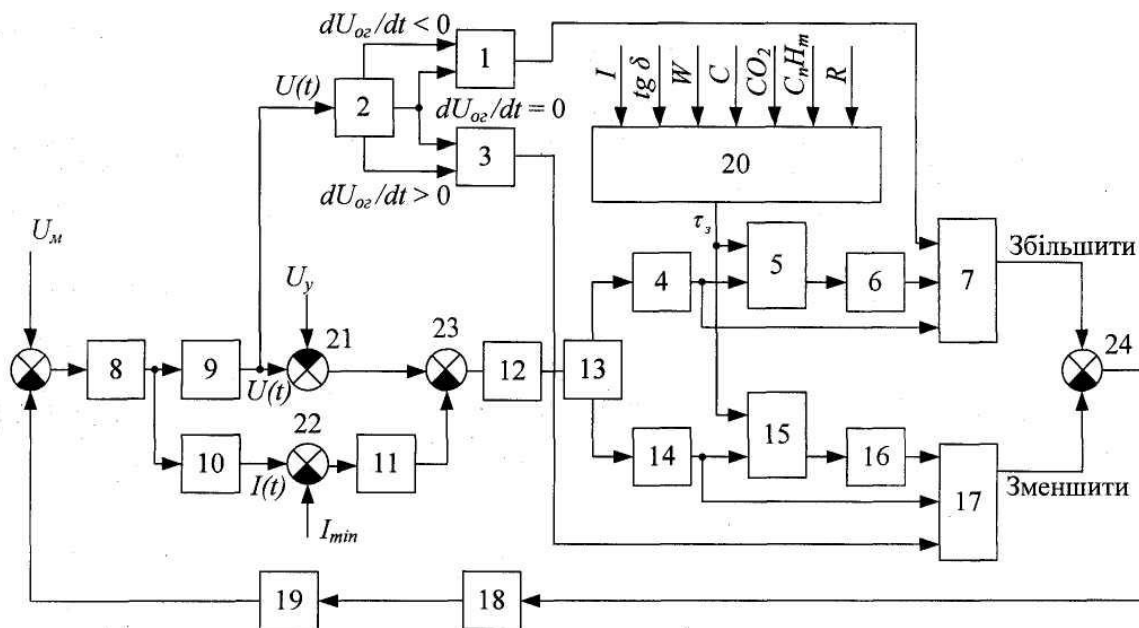
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Інтелектуальний регулятор напруги трансформаторної підстанції, який містить датчик струму, датчик напруги, пороговий блок, перший та другий перетворювачі імпульсного сигналу в потенційний, перший та другий блоки часової затримки, блок визначення знака похідної, перший та другий елемент АБО, перший та другий елемент I, підсилювач, причому вхід датчика струму підключений до кола струму навантаження, а вихід з'єднаний з першим входом першого суматора, вхід датчика напруги підключено до кола напруги навантаження, вихід порогового блока підключено до входів першого та другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого блоків часової затримки, блок визначення знака похідної огинаючої регульованої напруги, перший і третій виходи якого з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів АБО, який **відрізняється** тим, що в нього введено fuzzy-контролер, масштабатор, перший та другий імпульсні елементи, причому вихід fuzzy-контролера з'єднано з другими входами блоків часової затримки, а перший вхід з'єднано з виходом датчика струму

електроприводу пристрою регулювання під напругою силового трансформатора, другий вхід з'єднано з датчиком кута діелектричних втрат трансформаторного масла, третій вхід з'єднано з датчиком вологості трансформаторного масла, четвертий вхід з'єднано з датчиком ємності масла, п'ятий вхід з'єднано з датчиком вмісту двоокису вуглецю в маслі, шостий вхід з'єднано з датчиком вмісту розчинених вуглеводнів в маслі, сьомий вхід з'єднано з датчиком опору контактів перемикача пристрою регулювання під напругою силового трансформатора, вхід першого та другого імпульсних елементів з'єднано з першим та другим блоками часової затримки відповідно, а вихід першого імпульсного елемента з'єднано з другим входом першого елемента I, перший вхід якого з'єднано з виходом першого елемента АБО, другий вхід якого підключено до другого виходу блока визначення знака похідної, а вихід блока визначення похідної огинаючої регульованої напруги до з'єднано з виходом датчика напруги, третій вхід першого елемента I підключено до виходу першого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний, а вихід підключено до першого входу четвертого суматора, вихід другого імпульсного елемента підключено до першого входу другого елемента I, другий вхід підключено до виходу другого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний, третій вхід підключено відповідно до другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднано з другим виходом блока визначення знака похідної, а вихід підключено до другого входу четвертого суматора, вихід якого підключено до електропривода пристрою перемикачання відгалужень, а вихід підключено до перемикаючого пристрою, вихід підсилювача з'єднано з пороговим блоком, а вхід підключено до виходу третього суматора, перший вхід якого з'єднано з виходом другого суматора перший вхід якого

60

підключено до виходу датчика напруги, другий вхід третього суматора з'єднано з виходом масштабатора, вхід якого підключено до першого суматора, перший вхід якого підключено до виходу датчика струму.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601