



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130098** (13) **U**  
 (51) МПК  
**H02J 3/01** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
 ЕКОНОМІЧНОГО  
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
 УКРАЇНИ

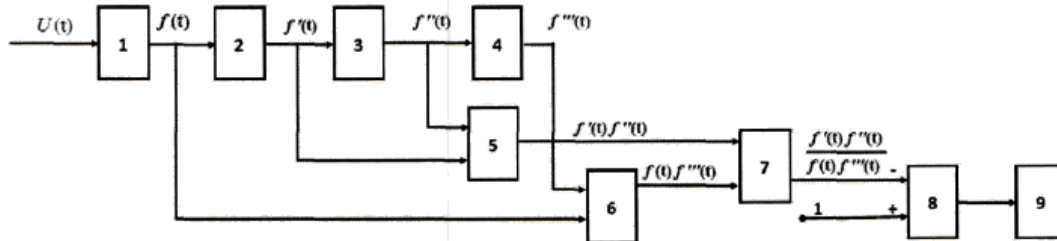
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2018 05572</b>	(72) Винахідник(и): <b>Авраменко Віктор Васильович (UA), Зарецький Микола Олександрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>21.05.2018</b>	(73) Власник(и): <b>СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>26.11.2018</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.11.2018, Бюл.№ 22</b>	

## (54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ СПОТВОРЕННЯ СИНУСОЇДАЛЬНОГО СИГНАЛУ

### (57) Реферат:

Спосіб вимірювання спотворення синусоїдального сигналу, при якому проводять фіксацію електронної величини рівня несинусоїдальності віднесеного до рівня сигналу, який контролюється, з подальшим формуванням сигналу для керування відповідними коригуючими пристроями. Рівень несинусоїдальності визначають для довільних значень амплітуди та частоти вхідного сигналу відносно до його рівня.



UA 130098 U



Корисна модель належить до контрольно-вимірювальної техніки і може бути використана для контролю якості електроживлення діючих електроенергетичних систем, що містять нелінійні електричні навантаження, та для діагностики різних автоматичних джерел змінного струму, наприклад бортових.

5 Відомий спосіб для контролю спотворення синусоїдального сигналу, як спосіб активного контролю рівня несинусоїдальності напруги, що передбачає обчислення функції непропорційності по похідній першого порядку функції, яка аналізується, по її похідній другого порядку (див. патент UA № 48741, МПК H02J 3/01, 2010 р.). Це є найбільш близьким до запропонованого по технічній суті і досягнутому результату тому і вибраний за найближчий аналог.

10 Недоліком відомого способу є те, що в ньому використовується непропорційність по похідній першого порядку, відхилення якої від нуля залежить не тільки від несинусоїдальності сигналу але і від його рівня. В той же час часто одна і та ж величина спотворення сигналу по-різному впливає на систему підтримання синусоїдальної форми в залежності від його рівня.

15 В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу вимірювання спотворення синусоїдального сигналу шляхом вимірювання несинусоїдальності відносно до рівня сигналу, що дозволяє оперативнo вимірювати синусоїдальний тип вхідного сигналу незалежно від його амплітуди і частоти, за рахунок чого підвищується швидкодія пристрою.

20 У випадку виникнення несинусоїдальності, її рівень визначається відносно до рівня сигналу у безрозмірних одиницях.

Поставлена задача вирішується тим, що для вимірювання спотворення синусоїдального сигналу здійснюється фіксація електричної величини рівня несинусоїдальності віднесеного до рівня сигналу, який контролюється, з подальшим формуванням сигналу для керування відповідними коригуючими пристроями, згідно із корисною моделлю, рівень несинусоїдальності визначається для довільних значень амплітуди та частоти вхідного сигналу відносно до його рівня, для чого використовують відносну функцію непропорційності першого порядку, яка має вигляд:

$$\textcircled{N}_{\psi(t)}^{(t)}(\varphi(t)) = 1 - \frac{\psi(t) \cdot \varphi'(t)}{\psi'(t) \cdot \varphi(t)}, \quad (1)$$

де  $t$  - час;

$\varphi(t)$ ,  $\psi(t)$  - неперервні гладкі функції;

30  $\textcircled{N}_{\psi(t)}^{(t)}(\varphi(t))$  - відносна непропорційність першого порядку функції  $\varphi(t)$  по  $\psi(t)$ .

У випадку, коли контролю підлягає сигнал синусоїдального типу, використовують відносну непропорційність першого порядку, функції  $f(t)$  по її другій похідній  $f''(t)$ , яка має вигляд:

$$\textcircled{d}_{f''(t)}^{(1)}(f(t)) = 1 - \frac{f''(t) \cdot f'(t)}{f'''(t) \cdot f(t)}, \quad (2)$$

де  $t$  - час;

$f(t)$  - функція, яка підлягає контролю і повинна мати вигляд  $f(t) = A \cdot \sin(\omega t)$ , де  $A$  - амплітуда;

35  $\omega$  - кругова частота;

$f'(t)$ ,  $f''(t)$ ,  $f'''(t)$  - значення першої, другої та третьої похідної функції  $f(t)$ .

Після чого порівнюють значення непропорційності (2) із нулем. Якщо сигнал  $f(t) = A \cdot \sin(\omega t)$ , то незалежно від амплітуди  $A$  та частоти  $\omega$  непропорційність (2) дорівнює нулю.

40 Відносний рівень несинусоїдальності при поточній частоті вхідного сигналу визначається по величині відхилення непропорційності (2) від нуля.

У випадку виникнення несинусоїдальності сигналу рівень спотворення визначається відносно рівня сигналу по величині відхилення значення непропорційності (2) від нуля. Це відхилення дає інформацію для коригування параметрів системи підтримки синусоїдальної форми сигналу.

45 У випадку, коли сигнал, що контролюється, є аналоговим, необхідні значення першої  $f(t)$ , другої  $f''(t)$  та третьої  $f'''(t)$  похідних сигналу можна отримати в поточний момент часу за рахунок використання аналогових пристроїв.

50 Якщо сигнал, що контролюється, є дискретним, то значення похідних із заданою точністю знаходяться за допомогою використання відповідних чисельних методів. Ці методи дозволяють знаходити найстаршу третю похідну  $f'''(t)$  за час, значно менший, ніж довжина одного періоду сигналу, що контролюється.

Таким чином використання способу, що заявляється, у сукупності з усіма істотними ознаками, включаючи відмінні, дозволяє оперативно вимірювати синусоїдальний тип вхідного сигналу незалежно від його амплітуди і частоти. У випадку, коли з'являється несинусоїдальність, вона вимірюється при поточній частоті відносно рівня сигналу.

5 Технічний результат досягається завдяки використанню властивостей непропорційності (2). Вона дорівнює нулю для випадку, коли зв'язок між сигналом  $f(t)$  і його другою похідною  $f''(t)$  пропорціональний незалежно від значення коефіцієнта пропорційності.

У випадку, коли сигнал синусоїдальний, непропорційність (2) завжди дорівнює нулю незалежно від його амплітуди і частоти. При будь-якому спотворенні синусоїдальної форми сигналу непропорційність (2) відхиляється від нуля.

10 Друга особливість в тому, що при обчисленні непропорційності (2) відбувається ділення на величину сигналу  $f(t)$ . Завдяки цьому обчислюється відносна непропорційність, яка є безрозмірною.

15 Таким чином даний спосіб дозволяє виміряти спотворення синусоїдального сигналу відносно його рівня.

Спосіб пояснюється кресленням, де показано блок-схему пристрою, що здійснює цей спосіб.

Пристрій містить подільник 1 напруги, три блоки 2, 3, 4 диференціювання, два блоки 5, 6 множення, блок 7 ділення, суматор 8, блок 9 індикації та реєстрації.

20 Елементи пристрою з'єднані в такий спосіб: вихід подільника 1 напруги підключений до входу першого блока 2 диференціювання та до першого входу другого блока 6 множення, а вихід першого блока 2 диференціювання - до входу другого блока 3 диференціювання та першого входу першого блока 5 множення відповідно. Вихід другого блока 3 диференціювання підключений відповідно до входу третього блока 4 диференціювання та до другого входу блока 5 множення, а вихід третього блока 4 диференціювання - до другого входу другого блока 6 множення. Вихід блока 5 множення підключається до першого входу блока 7 ділення, а вихід другого блока 6 множення - до другого входу блока 7 ділення. Вихід блока 7 ділення підключений до негативного (-) входу суматора 8, на позитивний вхід суматора 8 підключається напруга, яка відповідає одиниці. Вихід суматора 8 підключений до входу блока 9 індикації та реєстрації.

30 Спосіб полягає в тому, що у подільнику напруги 1 сигнал підтримується в межах, допустимих для блока 2 диференціювання і блока 6 множення. У блоках 2, 3, 4 диференціювання відбувається відповідне визначення першої  $f'(t)$ , другої  $f''(t)$  та третьої  $f'''(t)$  похідних функції  $f(t)$  в межах часу  $t$ . Блок 5 множення дає результат множення першої похідної  $f'(t)$  на другу похідну  $f''(t)$ . Блок 6 множення дає результат множення функції  $f(t)$  на її третю похідну  $f'''(t)$ . Виходи із блоків 5 і 6 множення потрапляють на блок 7 ділення, де визначається результат ділення  $f'(t) \cdot f''(t)$  на  $f(t) \cdot f'''(t)$ . У суматорі 8 обчислюється результат віднімання від одиниці результату ділення  $f'(t) \cdot f''(t)$  на  $f(t) \cdot f'''(t)$  і таким чином отримується значення непропорційності (2) в момент часу  $i$ , яке фіксується у блоку 9 індикації і реєстрації. Сигнал від суматора 8 може використовуватися для керування відповідними коригуючими пристроями, які не включені у

40 блок-схему пристрою, що здійснює цей спосіб.  
Запропонований спосіб для контролю спотворення синусоїдального сигналу можна реалізувати або неперервно у часі за допомогою аналогових пристроїв, або в дискретні моменти часу при використанні цифрових обчислювальних машин. В останньому випадку час контролю визначається вимогами чисельних методів для обчислення похідних із заданою

45 точністю.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5 Спосіб вимірювання спотворення синусоїдального сигналу, при якому проводять фіксацію електронної величини рівня несинусоїдальності віднесеного до рівня сигналу, який контролюється, з подальшим формуванням сигналу для керування відповідними коригуючими пристроями, який **відрізняється** тим, що рівень несинусоїдальності визначають для довільних значень амплітуди та частоти вхідного сигналу відносно до його рівня, для чого використовують відносну функцію непропорційності першого порядку, яка має вигляд:

$$\textcircled{N}_{\psi(t)}^{(t)} \varphi(t) = 1 - \frac{\psi(t) \cdot \varphi'(t)}{\psi'(t) \cdot \varphi(t)}, \quad (1)$$

10 де  $t$  - час;  
 $\varphi(t)$ ,  $\psi(t)$  - неперервні гладкі функції;

$\textcircled{N}_{\psi(t)}^{(t)} \varphi(t)$  - відносна непропорційність першого порядку функції  $\varphi(t)$  по  $\psi(t)$ , причому для сигналу синусоїдального типу непропорційність обчислюється для функції  $f(t)$  по її другій похідній  $f''(t)$ , яка має вигляд:

$$\textcircled{d}_{f''(t)}^{(1)} f(t) = 1 - \frac{f''(t) \cdot f'(t)}{f'''(t) \cdot f(t)}, \quad (2)$$

15 де  $f(t)$  - функція, яка підлягає контролю і повинна мати вигляд  $f(t) = A \cdot \sin(\omega t)$ ;  
 $f'(t)$ ,  $f''(t)$ ,  $f'''(t)$  - значення першої, другої та третьої похідної функції і для вимірювання спотворення цього сигналу значення непропорційності порівнюють із нулем, а сам рівень несинусоїдальності визначають при довільному значенні амплітуди сигналу по значенню відхилення непропорційності від нуля.

20

