



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 73072

(13) U

(51) МПК

G01N 22/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 02357**

(22) Дата подання заявки: **28.02.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.09.2012**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.09.2012, Бюл.№ 17**

(72) Винахідник(и):

**Кухарчук Василь Васильович (UA),
Богачук Володимир Васильович (UA),
Граняк Валерій Федорович (UA)**

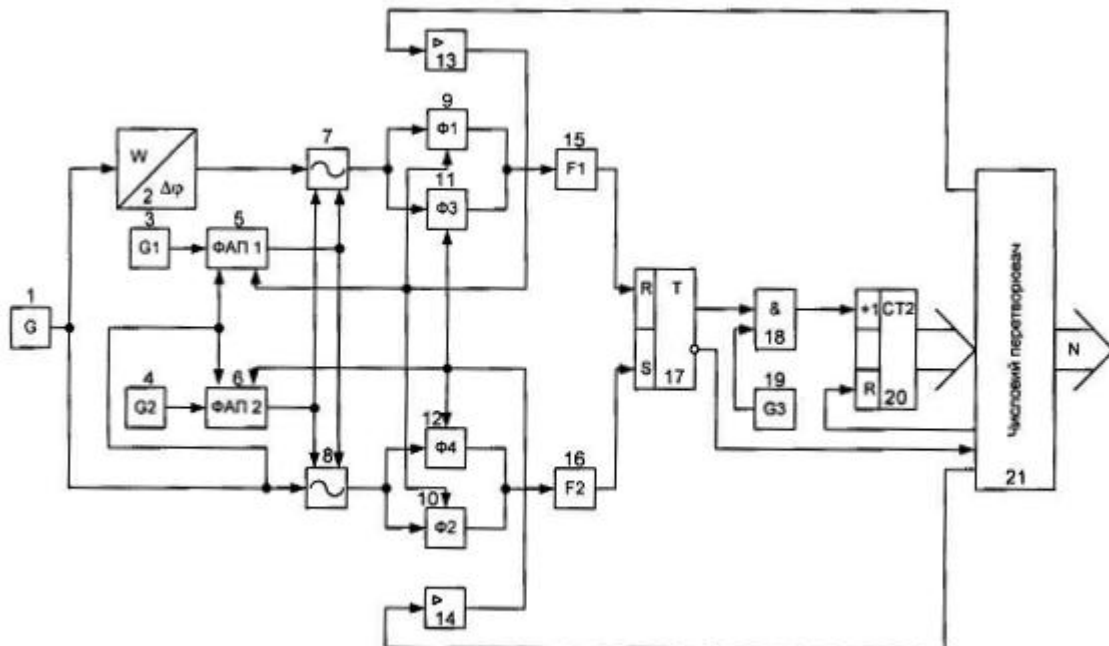
(73) Власник(и):

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021
(UA)**

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ

(57) Реферат:

Пристрій для контролю вологості містить високочастотний генератор, вихід якого з'єднаний з первинним вимірювальним перетворювачем вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, два фільтри верхніх частот, формувач фазових імпульсів, числовий перетворювач та двійковий лічильник. Крім того, в нього введено два допоміжних генератори, два фазоамплітудних перетворювача, два блоки змішування фаз, третій та четвертий фільтри верхніх частот, два нормуючих перетворювача, RS-тригер, квантуючий генератор та логічний елемент І.



UA 73072 U

Корисна модель належить до галузі аналізу властивостей речовин за допомогою електромагнітних хвиль ВЧ діапазону та може бути використана як лінійний вимірювальний перетворювач вологості в електричний сигнал для систем автоматизації обладнання.

5 Відомий мікрохвильовий вимірювач вологості (патент України № 38078, м. кл. G01N 22/04, опубл. 15.05.2001, бюл. № 4), який має мікрохвильовий генератор, послідовно з'єднані перший вентиль, перший тривходовий циркулятор, автоматичний переривач, другий вентиль, другий тривходовий циркулятор та приймально-передаючу антену, до вільного плеча першого тривходового циркулятора підключені з'єднані послідовно атенуатор, хвилевідний трійник і детекторна секція, другий вхід хвилевідного трійника з'єднаний з вільним плечем другого 10 тривходового циркулятора, диференційний підсилювач і стабілізоване джерело постійної напруги, з'єднане з одним із входів диференційного підсилювача, і фазочутливий випрямляч, в який введені радіочастотний генератор, подільник частоти та амплітудний модулятор, який включений між виходом мікрохвильового генератора та входом першого вентиля, другий вхід амплітудного модулятора з'єднаний з виходом радіочастотного генератора та входом 15 подільника частоти, вихід якого з'єднаний з другим входом автоматичного переривача та другим входом фазочутливого випрямляча, вихід якого з'єднаний з другим входом диференційного підсилювача, послідовно з'єднані керований резонансний підсилювач, амплітудний детектор, фільтр верхніх частот і підсилювач змінної напруги, вихід якого з'єднаний з входом фазочутливого випрямляча, інтегратор, включений між виходом диференційного 20 підсилювача та другим входом керованого резонансного підсилювача, перший вхід якого підключений до виходу детекторної секції, а також послідовно з'єднані фільтр нижніх частот і аналого-цифровий перетворювач, при цьому вхід фільтра нижніх частот підключений до виходу амплітудного детектора, а вихід аналого-цифрового перетворювача є виходом мікрохвильового вимірювача вологості.

25 За прототип вибрано смуговий вимірювач вологості (патент України № 65756, м. кл. G01N22/04, опубл. 12.12.2011, бюл. № 23), який містить високочастотний генератор, фільтри верхніх частот та модулятор, які являють собою вимірювальний канал, високочастотний генератор, послідовно з'єднаний з первинним вимірювальним перетворювачем вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, вихід якого через перший формувач та перший 30 фільтр верхніх частот з'єднаний з першим входом високочастотного вимірювального каналу різниці фаз, що складається з формувача фазових імпульсів, блока квантування, елемента динамічного додавання та двійкового лічильника, вихід якого є виходом високочастотного вимірювального каналу різниці фаз, другий вхід якого через другий формувач та другий фільтр верхніх частот з'єднаний з виходом високочастотного генератора, вихід високочастотного 35 вимірювального каналу різниці фаз з'єднаний з входом числового перетворювача, вихід якого є виходом смугового вимірювача вологості.

Недоліком даного пристрою є низька точність, пов'язана з відсутністю можливості забезпечення оптимального співвідношення між швидкістю та точністю результатів 40 вимірювання, в залежності від відхилення значення вологості контрольованих зразків від порогового рівня, що призводить до збільшення вірогідності появи помилкових рішень першого та другого роду.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою контролю, придатного для визначення вологості гетерогенних дисперсних діелектриків, в якому за рахунок введення нових 45 елементів та зв'язків, що забезпечують автоматичну зміну проміжної частоти інформативного та опорного сигналів, досягається зменшення вірогідності появи помилок першого та другого роду, що дає змогу підвищити точність автоматичної системи контролю за вологістю вихідного продукту.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій контролю вологості, який містить 50 високочастотний генератор, первинний вимірювальний перетворювач вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, два фільтри верхніх частот, формувач фазових імпульсів, числовий перетворювач та двійковий лічильник, введено два допоміжних генератори, два фазоамплітудних перетворювача, два блоки змішування фаз, два додаткових фільтри верхніх частот, два нормуючих перетворювача, ще один нормуючий перетворювач, RS-тригер, квантуючий генератор, логічний елемент І та двійковий лічильник, причому вихід 55 високочастотного генератора з'єднаний з першими входами першого та другого фазоамплітудних перетворювачів та першим входом другого блока змішування фаз, другі входи першого та другого фазоамплітудних перетворювачів з'єднані з виходами першого та другого допоміжних генераторів відповідно, виходи першого та другого фазоамплітудних перетворювачів з'єднані з другими та третіми входами першого та другого блоків змішування 60 фаз, а перший вхід першого блока змішування фаз з'єднаний з виходом первинного

вимірювального перетворювача, треті входи першого та другого фазоімпульсних перетворювачів з'єднані з виходом першого та другого нормуючих перетворювачів, вихід першого блока змішування фаз з'єднаний з першими входами першого та третього фільтрів верхніх частот, а вихід другого блока змішування фаз з'єднаний з першими входами другого та четвертого фільтрів верхніх частот, другі входи першого та другого фільтрів верхніх частот з'єднані з виходом першого нормуючого перетворювача, а другі входи третього та четвертого фільтрів верхніх частот з'єднані з виходом другого нормуючого перетворювача, входи першого та другого нормуючих перетворювачів з'єднані з третім та четвертим виходами числового перетворювача, виходи першого та третього фільтрів верхніх частот з'єднані з входом першого формувача фазових імпульсів, а виходи другого та четвертого фільтрів верхніх частот з'єднані з входом другого формувача фазових імпульсів, виходи першого та другого формувачів фазових імпульсів з'єднані з другим та першим входом RS-тригера відповідно, а перший вихід RS-тригера з'єднаний з першим входом логічного елемента I, другий вихід RS-тригера з'єднаний з другим входом числового перетворювача, другий вхід логічного елемента I з'єднаний з виходом двійкового лічильника, другий вхід двійкового лічильника з'єднаний з другим виходом числового перетворювача, а вихід двійкового лічильника з'єднаний з першим входом числового перетворювача, перший вихід числового перетворювача є виходом пристрою.

На кресленні представлено структурну схему пристрою, на якій: 1 - високочастотний генератор; 2 - первинний вимірювальний перетворювач вологості; 3, 4 - перший та другий допоміжні генератори відповідно; 5, 6 - перший та другий фазоамплітудні перетворювачі відповідно; 7, 8 - перший та другий блоки змішування фаз відповідно; 9-12 - перший-четвертий фільтри верхніх частот відповідно; 13, 14 - перший та другий нормуючі перетворювачі відповідно; 15, 16 - перший та другий формувачі фазових імпульсів відповідно; 17 - RS-тригер; 18 - логічний елемент I; 19 - квантуючий генератор; 20 - двійковий лічильник; 21 - числовий перетворювач.

Пристрій містить високочастотний генератор 1, вихід якого з'єднаний з входом первинного вимірювального перетворювача вологості 2, другими входами першого 5 та другого 6 фазоамплітудного перетворювача та першим входом другого блока змішування фаз 8. Вихід первинного вимірювального перетворювача вологості 2 з'єднаний з першим входом першого блока змішування фаз 7. Вихід першого допоміжного генератора 3 з'єднаний з другим входом першого фазоамплітудного перетворювача 5.

Вихід другого допоміжного генератора 4 з'єднаний з другим входом другого фазоамплітудного перетворювача 6. Вихід першого фазоамплітудного перетворювача 5 з'єднаний з другими входами першого 7 та другого 8 блоків змішування фаз. Вихід другого фазоамплітудного перетворювача 6 з'єднаний з третіми входами першого 7 та другого 8 блоків змішування фаз. Вихід першого блока змішування фаз 7 з'єднаний з першими входами першого 9 та третього 11 фільтрів верхніх частот. Вихід другого блока змішування фаз 8 з'єднаний з першими входами другого 10 та четвертого 12 фільтрів верхніх частот. Вихід першого 9 та третього 11 фільтра верхніх частот з'єднаний з входом першого формувача фазових імпульсів 15. Вихід другого 10 та четвертого 12 фільтрів верхніх частот з'єднаний з входом другого формувача фазових імпульсів 16. Вихід першого нормуючого перетворювача 13 з'єднаний з другими входами першого 9 та другого 10 фільтрів верхніх частот та третім входом першого фазоамплітудного перетворювача 5. Вихід другого нормуючого перетворювача 14 з'єднаний з другими входами третього 11 та четвертого 12 фільтрів верхніх частот та третім входом другого фазоамплітудного перетворювача 6. Вихід першого формувача фазових імпульсів 15 з'єднаний з першим (set) входом RS-тригера 17. Вихід другого формувача фазових імпульсів 16 з'єднаний з другим (reset) входом RS-тригера 17. Перший (прямий) вихід RS-тригера 17 з'єднаний з першим входом логічного елемента I 18, а другий (реверсний) вихід RS-тригера 17 з'єднаний з другим входом числового перетворювача 21. Вихід логічного елемента I 18 з'єднаний з першим входом двійкового лічильника 20. Вихід квантуючого генератора 19 з'єднаний з другим входом логічного елемента I 18. Вихід двійкового лічильника 20 з'єднаний з першим входом числового перетворювача 21. Другий вихід числового перетворювача 21 з'єднаний з другим входом двійкового лічильника 20, а третій та четвертий вихід числового перетворювача 21 з'єднані з входами першого 13 та другого 14 нормуючого перетворювача. Перший вихід числового перетворювача 21 є виходом засобу контролю вологості з високочастотним перетворювачем вологості в різницю фаз.

Пристрій працює так. З високочастотного генератора 1 на вхід первинного вимірювального перетворювача 2, другого блока змішування фаз 8, першого 5 та другого 6 фазоамплітудного перетворювача подається високочастотний сигнал. Проходячи через первинний вимірювальний

перетворювач 2, інформативний параметр $U_1(t)$ залежно від вологості зсувається за фазою відносно опорного сигналу $U_0(t)$ на різницю фаз $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_0 = a_1 + a_2 \cdot W + a_3 \cdot W^2$, де

W - вологість зразка;

φ_1 - фаза опорної хвилі;

5 φ_0 - фаза опорної хвилі;

a_1, a_2, a_3 - постійні коефіцієнти.

З виходу первинного вимірювального перетворювача 2 сигнал подається на вхід першого блока змішування фази 7. В залежності від того, який з фазоамплітудних перетворювачів є ввімкнутим шляхом подачі керуючого сигналу з виходу першого 13 або другого 14 нормуючих перетворювачів, у першому 7 та другому 8 блоці змішування фаз відбувається накладання сигналів опорні (безпосередньо від високочастотного генератора 1) та інформативні (з виходу первинного вимірювального перетворювача 2) хвилі з хвилями, що генеруються першим 3 або другим 4 допоміжними генераторами, сигнали яких за фазою збігаються з опорним сигналом. У результаті процедури накладання двох хвиль у першому 7 та другому 8 блоках змішування фаз на його виході з'являється складний сигнал, частота першої гармоніки якого дорівнює:

$$f_{\text{пр}} = f_{\text{др}} \cdot f_{\text{г}}$$

де $f_{\text{пр}}$ - частота першої гармоніки вихідного сигналу;

$f_{\text{др}}$ - частота сигналу допоміжного високочастотного генератора;

$f_{\text{г}}$ - частота сигналу високочастотного генератора.

З виходу першого 7 та другого 8 блоків змішування фаз сигнал надходить на входи чотирьох 9-12 фільтрів верхніх частот. В залежності від керуючого сигналу, який надходить з виходу першого 13 або другого 14 нормуючих перетворювачів відбувається попарне ввімкнення першого 9 та другого 10 або третього 11 та четвертого 12 фільтрів верхніх частот. При цьому та пара фільтрів вищих частот, на яку не подано керуючий сигнал, не здійснює пропускання сигналу з свого входу, тобто сигнал на їх виході дорівнює нулю. У фільтрах верхніх частот 9-12 здійснюється відфільтровування вищих гармонік складних сигналів, що надходять з виходів першого 7 та другого 8 блоків змішування фаз, тобто на входи першого 15 та другого 16 формувачів фазових імпульсів надходять сигнали, що містять у собі лише одну першу гармоніку та зсунуті за фазою на електричний кут $\Delta\varphi$. При переході цих сигналів через нуль з додатною першою похідною на виході першого 15 та другого 16 формувачів фазових імпульсів відповідно з'являється короткий одиничний сигнал, що подається на перший (set) та другий (reset) входи RS-тригера 17. При подачі одиничного сигналу на перший (set) вхід RS-тригера 17 відбувається його встановлення. При цьому на його прямому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який "відкриває" логічний елемент І 18, а на його реверсному виході з'являється сигнал логічного нуля, що є сигналом заборони зчитування вихідної інформації, оскільки процес вимірювального перетворення є таким, що не закінчився. При подачі ж одиничного сигналу на другий (reset) вхід RS-тригера 17 відбувається його занулення. При цьому на його прямому виході з'являється сигнал логічного нуля, який "закриває" логічний елемент І 18, а на його реверсному виході з'являється сигнал логічної одиниці, що є сигналом дозволу зчитування вихідної інформації, оскільки процес вимірювального перетворення є таким, що закінчився.

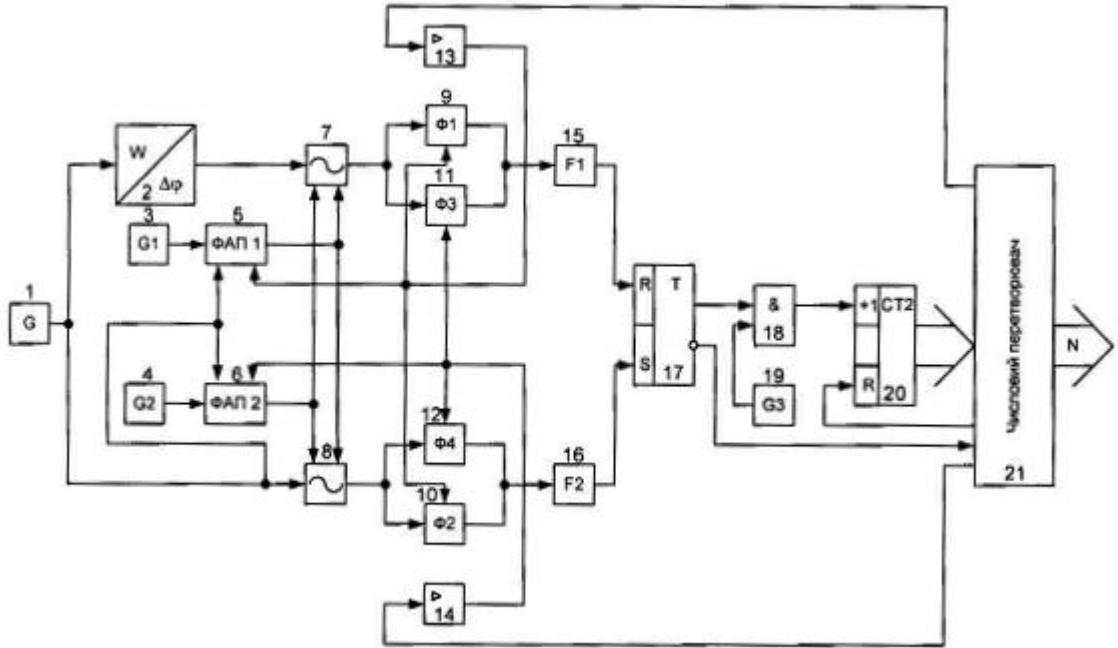
При подачі сигналу логічної одиниці на перший вхід логічного елемента І 18, на перший вхід двійкового лічильника 20 надходять імпульси, що генеруються квантуючим генератором 19. З надходженням кожного наступного імпульсу на перший вхід двійкового лічильника 20 його вихідний код збільшується на "1". Після "закривання" логічного елемента І код з виходу двійкового лічильника 20 зчитується через перший вхід числовим перетворювачем 21, після чого на другому виході числового перетворювача 21 з'являється короткий одиничний імпульс, який, надходячи на другий вхід двійкового лічильника 20, здійснює занулення вихідного коду останнього.

У числовому перетворювачі 21 здійснюється розрахунок значення вологості поточного зразка на основі відомого рівняння перетворення та значення, зчитаного з виходу двійкового лічильника. Після чого на першому виході числового перетворювача 21 з'являється сигнал, що пропорційний поточному значенню вологості зразка, та з'являється сигнал логічної одиниці на третьому або четвертому виході, в залежності від значення абсолютної різниці поточного та порогового значень вологості. Це дає можливість забезпечити підвищення швидкодії роботи пристрою при вологості зразків, що відрізняється від порогового значення останньої на величину, більшу від сумарної похибки (суми методичної та інструментальної похибки) пристрою для контролю вологості при використанні першого допоміжного генератора з більшою частотою сигналу, коли імовірність появи помилки прийняття неправильного рішення про придатність продукту є близькою до нуля, та забезпечує можливість підвищення точності роботи пристрою при вологості зразків, що відрізняється від порогового значення останньої на

величину, що не перевищує сумарної похибки (суми методичної та інструментальної похибки) пристрою для контролю вологості при використанні першого допоміжного генератора з більшою частотою сигналу, коли імовірність появи помилки прийняття неправильного рішення є достатньо великою. У цьому випадку зменшення частоти проміжного сигналу шляхом переключення на другий допоміжний генератор забезпечує зменшення сумарної похибки пристрою за рахунок зменшення методичної помилки квантування, яка є пропорційною частоті проміжного сигналу.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю вологості, який містить високочастотний генератор, вихід якого з'єднаний з первинним вимірювальним перетворювачем вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, два фільтри верхніх частот, формувач фазових імпульсів, числовий перетворювач та двійковий лічильник, який **відрізняється** тим, що в нього введено два допоміжних генератори, два фазоамплітудних перетворювача, два блоки змішування фаз, третій та четвертий фільтри верхніх частот, два нормуючих перетворювача, RS-тригер, квантуючий генератор та логічний елемент І, причому вихід високочастотного генератора з'єднаний з першими входами першого та другого фазоамплітудних перетворювачів та першим входом другого блока змішування фаз, другі входи першого та другого фазоамплітудних перетворювачів з'єднані з виходами першого та другого допоміжних генераторів відповідно, виходи першого та другого фазоамплітудних перетворювачів з'єднані з третіми входами першого та другого блоків змішування фаз, а перший вхід першого блока змішування фаз з'єднаний з виходом первинного вимірювального перетворювача вологості, треті входи першого та другого фазоімпульсних перетворювачів з'єднані з виходом першого та другого нормуючих перетворювачів, вихід першого блока змішування фаз з'єднаний з першими входами першого та третього фільтрів верхніх частот, а вихід другого блока змішування фаз з'єднаний з першими входами другого та четвертого фільтрів верхніх частот, другі входи першого та другого фільтрів верхніх частот з'єднані з виходом першого нормуючого перетворювача, а другі входи третього та четвертого фільтрів верхніх частот з'єднані з виходом другого нормуючого перетворювача, входи першого та другого нормуючих перетворювачів з'єднані з третім та четвертим виходами числового перетворювача, виходи першого та третього фільтрів верхніх частот з'єднані з входом першого формувача фазових імпульсів, а виходи другого та четвертого фільтрів верхніх частот з'єднані з входом другого формувача фазових імпульсів, виходи першого та другого формувачів фазових імпульсів з'єднані з другим та першим входом RS-тригера відповідно, а перший вихід RS-тригера з'єднаний з першим входом логічного елемента І, другий вихід RS-тригера з'єднаний з другим входом числового перетворювача, другий вхід логічного елемента І з'єднаний з виходом квантуючого генератора, вихід логічного елемента І з'єднаний з першим входом двійкового лічильника, другий вхід двійкового лічильника з'єднаний з другим виходом числового перетворювача, а вихід двійкового лічильника з'єднаний з першим входом числового перетворювача, перший вихід числового перетворювача є виходом пристрою для контролю вологості.



Комп'ютерна верстка Д. Шеврун

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