



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **74396** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 22/04** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

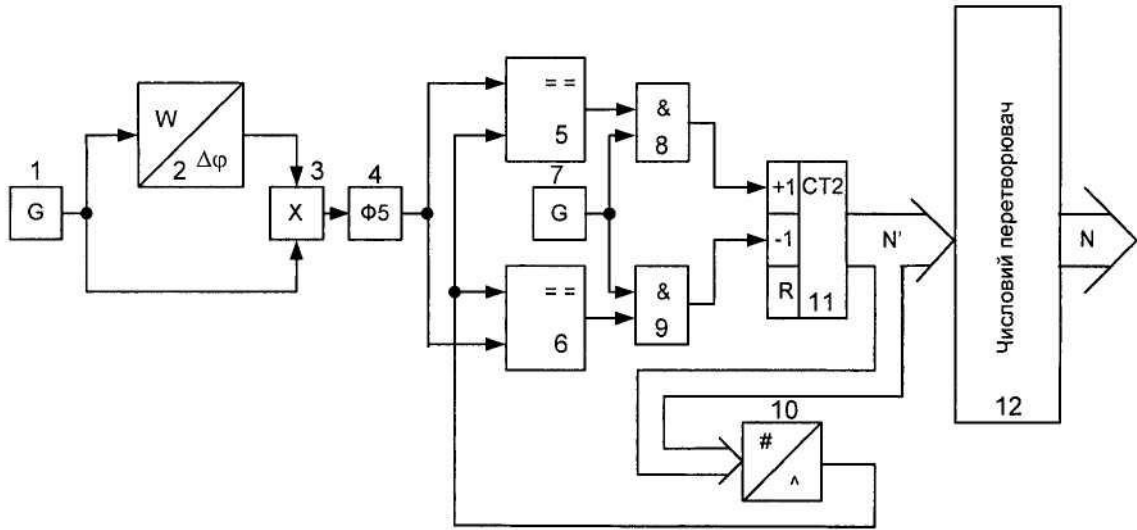
(21) Номер заявки: <b>u 2012 04563</b>	(72) Винахідник(и): <b>Кухарчук Василь Васильович (UA), Богачук Володимир Васильович (UA), Граняк Валерій Федорович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>11.04.2012</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.10.2012</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.10.2012, Бюл.№ 20</b>	

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ

### (57) Реферат:

Пристрій для контролю вологості, який містить високочастотний генератор, вихід якого з'єднаний з первинним вимірювальним перетворювачем вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, фільтр верхніх частот, числовий перетворювач та двійковий лічильник, причому в нього введено блок аналогового множення, два компаратори, тактуючий генератор, два логічних елементи І та цифро-аналоговий перетворювач, причому вихід високочастотного генератора з'єднаний з другим входом блока аналогового множення, вихід первинного вимірювального перетворювача вологості з'єднаний з першим входом блока аналогового множення, вихід блока аналогового множення з'єднаний з входом фільтра верхніх частот, вихід фільтра верхніх частот з'єднаний з першими входом першого та другим входом другого компаратора, виходи компараторів з'єднані з першими входами першого та другого логічних елементів І, вихід тактуючого генератора з'єднаний з другими входами першого та другого логічних елементів І, виходи першого та другого логічних елементів І з'єднані, відповідно, з першим та другим входом двійкового лічильника, цифровий вихід двійкового лічильника з'єднаний з входами числового перетворювача та цифро-аналогового перетворювача, вихід цифро-аналогового перетворювача з'єднаний з другим входом першого та першим входом другого компаратора, а вихід числового перетворювача є виходом пристрою для контролю вологості.

UA 74396 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 № 38067, м. кл. G01N22/04, 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-передавальну антену, до вільного плеча першого тривходового циркулятора підключені з'єднані послідовно атенюатор, хвильовідний трійник і детекторна секція, другий вхід хвильовідного трійника з'єднаний з вільним плечем другого тривходового циркулятора, диференційний підсилювач і стабілізоване джерело постійної 10 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 завадозахищеність, пов'язана з можливістю помилкового спрацювання формувачів, що може бути спричинене впливом випадкових шумів як 40 у інформативному, так і в опорному каналах, що, у свою чергу, може призвести до прийняття системою помилкових рішень, а також нелінійність залежності цифрового коду на виході двійкового лічильника від вологості зразка, що призводить до збільшення кількості операцій числового перетворювача, і як наслідок до зменшення швидкодії пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю вологості, придатного для визначення вологості гетерогенних дисперсних діелектриків, в якому за рахунок 45 введення нових елементів та зв'язків, що забезпечують більш високу завадостійкість системи та лінеаризацію характеристики у робочому діапазоні за рахунок аналогової частини пристрою, досягається зменшення вірогідності появи помилкових рішень, що дає змогу підвищити точність автоматичної системи контролю за вологістю вихідного продукту та зменшення тривалості обробки проміжного коду у числовому перетворювачі, що забезпечує підвищення швидкодії 50 пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій контролю вологості, який містить високочастотний генератор, первинний вимірювальний перетворювач вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, фільтр верхніх частот, числовий перетворювач, двійковий лічильник, введено блок аналогового множення, два компаратори, тактуючий 55 генератор, два логічних елементи І та цифро-аналоговий перетворювач, причому вихід високочастотного генератора з'єднаний з другим входом блока аналогового множення, вихід первинного вимірювального перетворювача вологості з'єднаний з першим входом блока аналогового множення, вихід блока аналогового множення з'єднаний з входом фільтра верхніх частот, вихід фільтра верхніх частот з'єднаний з першими входом першого та другим входом 60 другого компаратора, виходи компараторів з'єднані з першими входами першого та другого

логічних елементів І, вихід тактуючого генератора з'єднаний з другими входами першого та другого логічних елементів І, виходи першого та другого логічних елементів І з'єднані, відповідно, з першим та другим входом двійкового лічильника, цифровий вихід двійкового лічильника з'єднаний з входами числового перетворювача та цифро-аналогового перетворювача, вихід цифро-аналогового перетворювача з'єднаний з другим входом першого та першим входом другого компаратора, а вихід числового перетворювача є виходом пристрою для контролю вологості.

На кресленні представлено структурну схему пристрою.

Пристрій містить високочастотний генератор 1, вихід якого з'єднаний з входом первинного вимірювального перетворювача вологості 2 та другим входом блока аналогового множення 3. Вихід первинного вимірювального перетворювача вологості 2 з'єднаний з першим входом блока аналогового множення 3, вихід якого з'єднаний з входом фільтра верхніх частот 4. Вихід фільтра верхніх частот 4 з'єднаний з першим входом першого компаратора 5 та другим входом другого компаратора 6. Виходи першого 5 та другого 6 компараторів з'єднані з першими входами першого 8 та другого 9 логічних елементів І. Вихід тактуючого генератора 7 з'єднаний з другими входами першого 8 та другого 9 логічних елементів І. Виходи першого 8 та другого 9 логічних елементів І з'єднані, відповідно, з першим та другим входом двійкового лічильника 11. Цифровий вихід двійкового лічильника 11 з'єднаний з входами числового перетворювача 12 та цифро-аналогового перетворювача 10, аналоговий вихід якого з'єднаний з другим входом першого 5 та першим входом другого 6 компаратора. Цифровий вихід числового перетворювача 12 є виходом пристрою для контролю вологості

Пристрій працює так.

З високочастотного генератора 1 на вхід первинного вимірювального перетворювача 2 та блока аналогового множення 3 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:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_0 = \sqrt{\frac{B_1}{B_4 - WB_5} + \frac{WB_2}{B_4 - WB_5}} - B_3,$$

де

$W$  - вологість зразка;

$\varphi_1$  - фаза інформативної хвилі;

$\varphi_0$  - фаза опорної хвилі;

$B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  - постійні коефіцієнти.

З виходу первинного вимірювального перетворювача 2 сигнал подається на вхід блока аналогового множення 3. В результаті перемноження опорного та інформативного сигналу у блоці аналогового множення 3 на його виході отримуємо наступний сигнал:

$$A_1 \sin(\omega t + \varphi_1) \cdot A_0 \sin(\omega t + \varphi_0) = \frac{1}{2} A_1 A_2 [\sin(\varphi_1 - \varphi_0) + \sin(2\omega t + \varphi_1 + \varphi_0)].$$

40

З виходу блока аналогового множення 3 даний сигнал надходить на фільтр верхніх частот 4, де відбувається відфільтрування змінних у часі сигналів, як вищих гармонік, що були отримані унаслідок перемноження, так і змінного в часі випадкового шуму. В результаті цієї операції на виході фільтра верхніх частот 4 отримується наступний сигнал, що пов'язує рівень вихідної напруги з вологістю досліджуваного зразка:

45

$$U = \frac{1}{2} A_1 A_2 \sin\left(\sqrt{\frac{B_1}{B_4 - WB_5} + \frac{WB_2}{B_4 - WB_5}} - B_3\right).$$

50

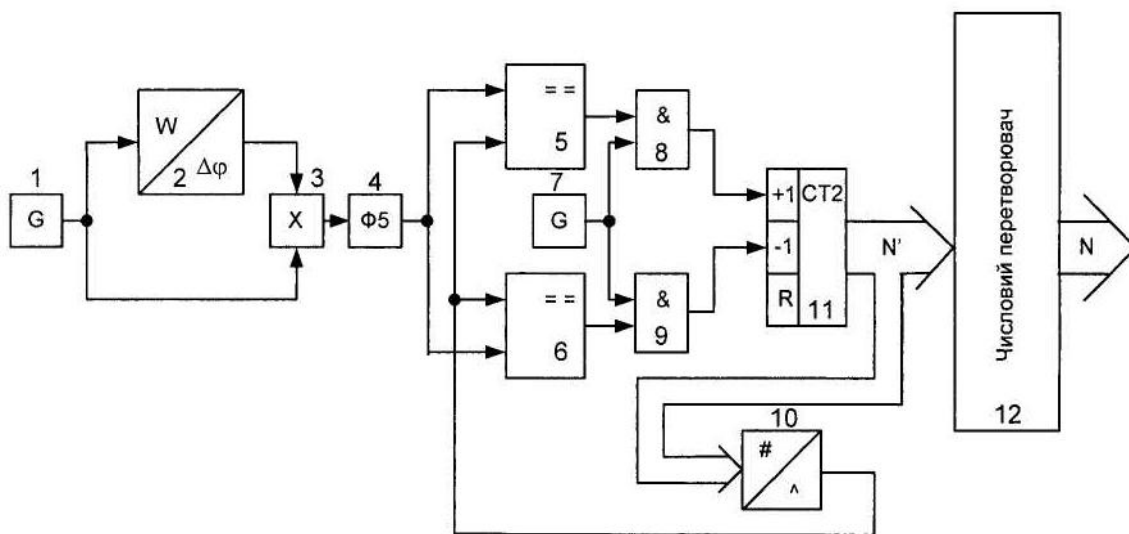
Відфільтрована постійна складова напруги з виходу фільтра верхніх частот 4 надходить на перших вхід першого 5 та другий вхід другого 6 компараторів. Відповідно на другий вхід першого 5 та перший вхід другого 6 компараторів надходить сигнал з виходу цифро-аналогового перетворювача 10, який є пропорційним поточному коду на виході двійкового лічильника 11. На виходах компараторів 5 та 6 з'являється сигнал логічної одиниці у випадку, якщо рівень напруги на першому вході є вищим за рівень напруги на другому вході. В такому випадку, якщо сигнал на виході фільтра верхніх частот 4 має вищий рівень, ніж сигнал на виході цифро-аналогового перетворювача 10, на виході першого компаратора 5 встановлюється

55

сигнал логічної одиниці, а на виході другого компаратора 6 - сигнал логічного нуля. Якщо ж, навпаки, сигнал на виході фільтра верхніх частот 4 має нижчий рівень за сигнал, що надходить з виходу цифро-аналогового перетворювача 10, то сигнал логічної одиниці встановлюється на виході другого компаратора 6, а на виході першого компаратора 5 встановлюється сигнал логічного нуля. При встановленні логічної одиниці на виході першого 5 або другого 6 компаратора відбувається «відкривання» першого 8 або другого 9 логічного елемента І. При цьому імпульси з виходу тактуючого генератора 7 надходять, відповідно, на перший або другий вхід двійкового лічильника 11. У випадку, якщо імпульс з виходу тактуючого генератора 7 надходить на перший вхід двійкового лічильника 11, його вихідний код зростає на одиницю, внаслідок чого зростає і пропорційний йому сигнал з виходу цифро-аналогового перетворювача 10. Якщо ж імпульс з виходу тактуючого генератора 7 надходить на другий вхід двійкового лічильника 11, його вихідний код зменшується на одиницю, внаслідок чого зменшується і сигнал з виходу цифро-аналогового перетворювача 10. Вихідний сигнал двійкового лічильника надходить на входи цифро-аналогового перетворювача 10, де відбувається його перетворення у аналоговий рівень напруги, та на вхід числового перетворювача 12. У числовому перетворювачі 12 здійснюється розрахунок значення вологості поточного зразка на основі відомого рівняння перетворення та значення, зчитаного з виходу двійкового лічильника.

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, фільтр верхніх частот, числовий перетворювач та двійковий лічильник, який **відрізняється** тим, що в нього введено блок аналогового множення, два компаратори, тактуючий генератор, два логічних елементи І та цифро-аналоговий перетворювач, причому вихід високочастотного генератора з'єднаний з другим входом блока аналогового множення, вихід первинного вимірювального перетворювача вологості з'єднаний з першим входом блока аналогового множення, вихід блока аналогового множення з'єднаний з входом фільтра верхніх частот, вихід фільтра верхніх частот з'єднаний з першими входом першого та другим входом другого компаратора, виходи компараторів з'єднані з першими входами першого та другого логічних елементів І, вихід тактуючого генератора з'єднаний з другими входами першого та другого логічних елементів І, виходи першого та другого логічних елементів І з'єднані, відповідно, з першим та другим входом двійкового лічильника, цифровий вихід двійкового лічильника з'єднаний з входами числового перетворювача та цифро-аналогового перетворювача, вихід цифро-аналогового перетворювача з'єднаний з другим входом першого та першим входом другого компаратора, а вихід числового перетворювача є виходом пристрою для контролю вологості.



---

Комп'ютерна верстка В. Мацело

---

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