



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **83336** (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 14761	(72) Винахідник(и): Кухарчук Василь Васильович (UA), Богачук Володимир Васильович (UA), Граняк Валерій Федорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.12.2012	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.09.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2013, Бюл.№ 17	

(54) ДВОКАНАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ

(57) Реферат:

Двоканальний пристрій контролю вологості, який містить високочастотний генератор, вихід якого з'єднаний з первинним вимірювальним перетворювачем вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, другим входом фазоамплітудного перетворювача, два блоки змішування фаз, до перших входів яких під'єднані відповідно вихід первинного вимірювального перетворювача та високочастотного генератора, допоміжний генератор, вихід якого з'єднаний з першим входом фазоамплітудного перетворювача, вихід якого з'єднано з другими входами першого та другого блока змішування фаз, два фільтри верхніх частот, входи яких з'єднані відповідно з виходами першого та другого блока змішування фаз, два формувачі фазових імпульсів, входи яких з'єднані відповідно з виходами першого та другого фільтра верхніх частот, виходи першого та другого формувачів фазових імпульсів з'єднані відповідно з другим та першим входом RS-тригера, перший вихід якого з'єднаний з першим входом логічного елемента І, а другий вихід якого з'єднаний з першим входом числового перетворювача, другий вхід логічного елемента І з'єднаний з першим виходом числового перетворювача, двійковий лічильник, перший вхід якого з'єднаний з виходом логічного елемента І, та числовий перетворювач, другий вхід якого з'єднано з виходом двійкового лічильника, а другий вихід числового перетворювача з'єднано з другим входом двійкового лічильника, при якому вихід первинного вимірювального перетворювача вологості з'єднаний з входом високочастотного випрямляча змінної напруги, вихід якого з'єднаний з другим входом аналогового компаратора, що виходом своїм з'єднаний з першими входами каскаду логічних елементів І, виходи каскаду логічних елементів І з'єднані з першими входами каскаду логічних елементів АБО, виходи якого з'єднані з першими входами каскаду RS-тригерів, виходи каскаду RS-тригерів, що являють собою n паралельних каналів, з'єднані з третім входом числового перетворювача та входом цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом аналогового компаратора, третій вихід числового перетворювача, що являє собою n + 1 паралельних каналів, n останніх паралельних каналів якого з'єднані з другими входами каскаду логічних елементів І, а n перших паралельних каналів якого з'єднані з другими входами каскаду RS-тригерів, другий вихід числового перетворювача з'єднаний з другими входами каскаду логічних елементів АБО.

UA 83336 U

Корисна модель належить до галузі аналізу властивостей речовин за допомогою електромагнітних хвиль ВЧ діапазону та може бути використана у якості вимірювального перетворювача вологості в електричний сигнал для систем автоматизації обладнання.

Відомий 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 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 вимірювального каналу різниці фаз з'єднаний з входом числового перетворювача, вихід якого є виходом смугового вимірювача вологості.

За прототип вибрано пристрій для контролю вологості (патент України № 73072, МПК G01N22/04, опубл. 10.09.2012, бюл. № 17), який містить високочастотний генератор, вихід якого з'єднаний з входом первинного вимірювального перетворювача вологості, другими входами першого та другого фазо-амплітудного перетворювача та першим входом другого блока змішування фаз. Вихід первинного вимірювального перетворювача вологості з'єднаний з першим входом першого блока змішування фаз. Вихід першого допоміжного генератора з'єднаний з другим входом першого фазоамплітудного перетворювача. Вихід другого допоміжного генератора з'єднаний з другим входом другого фазо-амплітудного перетворювача. Вихід першого фазоамплітудного перетворювача з'єднаний з другими входами першого та другого блоків змішування фаз. Вихід другого фазо-амплітудного перетворювача з'єднаний з третіми входами першого та другого блоків змішування фаз. Вихід першого блока змішування фаз з'єднаний з першими входами першого та третього фільтрів верхніх частот. Вихід другого блока змішування фаз з'єднаний з першими входами другого та четвертого фільтрів верхніх частот. Вихід першого та третього фільтра верхніх частот з'єднаний з входом першого формувача фазових імпульсів. Вихід другого та четвертого фільтрів верхніх частот з'єднаний з входом другого формувача фазових імпульсів. Вихід першого нормуючого перетворювача з'єднаний з другими входами першого та другого фільтрів верхніх частот та третім входом першого фазо-амплітудного перетворювача. Вихід другого нормуючого перетворювача з'єднаний з другими входами третього та четвертого фільтрів верхніх частот та третім входом другого фазо-амплітудного перетворювача. Вихід першого формувача фазових імпульсів з'єднаний з першим (set) входом RS-тригера. Вихід другого формувача фазових імпульсів з'єднаний з другим (reset) входом RS-тригера. Перший (прямий) вихід RS-тригера 17 з'єднаний з першим входом логічного елемента I, а другий (реверсний) вихід RS-тригера з'єднаний з другим входом числового перетворювача. Вихід логічного елемента I з'єднаний з першим входом двійкового лічильника. Вихід квантуючого генератора з'єднаний з другим входом логічного елемента I. Вихід двійкового лічильника з'єднаний з першим входом числового перетворювача. Другий вихід числового перетворювача з'єднаний з другим входом двійкового лічильника, а третій та четвертий вихід числового перетворювача з'єднані з входами першого та другого нормуючого перетворювача. Перший вихід числового перетворювача являється виходом засобу контролю вологості з високочастотним перетворювачем вологості в різницю фаз.

Недоліком даного пристрою є недостатня надійність роботи пристрою, пов'язана з використанням лише одного каналу вимірювання вологості, що призводить до неможливості виявлення збоїв у його роботі без застосування додаткового діагностуючого обладнання.

В основу корисної моделі покладено задачу створення пристрою контролю, придатного для визначення вологості гетерогенних дисперсних діелектриків, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків, що забезпечують вимірювання вологості об'єкту контролю по двом незалежним вимірювальним каналам, з подальшим порівнянням отриманих з їх допомогою результатів, досягається підвищення надійності роботи пристрою, що дає змогу підвищити надійність роботи автоматичної системи контролю за вологістю вихідного продукту.

Поставлена задача досягається тим, що в двоканальний пристрій контролю вологості, який містить високочастотний генератор, вихід якого з'єднаний з первинним вимірювальним перетворювачем вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, другим входом фазоамплітудного перетворювача, два блоки змішування фаз, до перших входів яких під'єднані відповідно вихід первинного вимірювального перетворювача та високочастотного генератора, допоміжний генератор, вихід якого з'єднаний з першим входом фазоамплітудного

перетворювача, вихід якого з'єднано з другими входами першого та другого блока змішування фаз, два фільтри верхніх частот, входи яких з'єднані відповідно з виходами першого та другого блока змішування фаз, два формувачі фазових імпульсів, входи яких з'єднані відповідно з виходами першого та другого фільтра верхніх частот, виходи першого та другого формувачів фазових імпульсів з'єднані відповідно з другим та першим входом RS-тригера, перший вихід якого з'єднаний з першим входом логічного елемента І, а другий вихід якого з'єднаний з першим входом числового перетворювача, другий вхід логічного елемента І з'єднаний з першим виходом числового перетворювача, двійковий лічильник, перший вхід якого з'єднаний з виходом логічного елемента І та числовий перетворювач, другий вхід якого з'єднано з виходом двійкового лічильника, а другий вихід числового перетворювача з'єднано з другим входом двійкового лічильника введено високочастотний випрямляч змінної напруги, аналоговий компаратор, каскад логічних елементів І, каскад логічних елементів АБО, каскад RS-тригерів та цифро-аналоговий перетворювач, при чому вихід первинного вимірювального перетворювача вологості з'єднаний з входом високочастотного випрямляча змінної напруги, вихід якого з'єднаний з першими входами каскаду логічних елементів І, виходи каскаду логічних елементів І з'єднані з першими входами каскаду логічних елементів АБО, виходи якого з'єднані з першими входами каскаду RS-тригерів, виходи каскаду RS-тригерів, що являють собою n паралельних каналів, з'єднані з третім входом числового перетворювача та входом цифро-аналогового перетворювача, вихід цифро-аналогового перетворювача з'єднаний з першим входом аналогового компаратора, третій вихід числового перетворювача, що являє собою n+1 паралельних каналів, n останніх паралельних каналів якого з'єднані з другими входами каскаду логічних елементів І, а n перших паралельних каналів якого з'єднані з другими входами каскаду RS-тригерів, другий вихід числового перетворювача з'єднаний з другими входами каскаду логічних елементів АБО.

На кресленні представлено структурну схему пристрою, на якій: 1 - високочастотний генератор; 2 - первинний вимірювальний перетворювач вологості; 3 - допоміжний генератор; 4 - фазоамплітудний перетворювач; 5, 6 - відповідно перший та другий блоки змішування фаз; 7, 8 - відповідно перший та другий фільтри верхніх частот; 9, 10 - відповідно перший та другий формувачі фазових імпульсів; 11 - RS - тригер; 12 - логічний елемент І; 13 - двійковий лічильник; 14 - високочастотний випрямляч змінної напруги; 15 - аналоговий компаратор; 16 - каскад логічних елементів І; 17 - каскад логічних елементів АБО; 18 - каскад RS - тригерів; 19 - цифро-аналоговий перетворювач; 20 - числовий перетворювач.

Пристрій містить високочастотний генератор 1, вихід якого з'єднаний з входом первинного вимірювального перетворювача вологості 2, другими входами фазоамплітудного перетворювача 4 та першим входом другого блока змішування фаз 6. Вихід первинного вимірювального перетворювача вологості 2 з'єднаний з першим входом першого блока змішування фаз 5 та входом високочастотного випрямляча змінної напруги 14. Вихід допоміжного генератора 3 з'єднаний з першим входом фазоамплітудного перетворювача 4. Вихід фазоамплітудного перетворювача 4 з'єднаний з другими входами першого 5 та другого 6 блоків змішування фаз. Вихід першого блока змішування фаз 5 з'єднаний з входом першого фільтра верхніх частот 7. Вихід другого блока змішування фаз 6 з'єднаний з входом другого фільтра верхніх частот 8. Вихід першого фільтра верхніх частот 7 з'єднаний з входом першого формувача фазових імпульсів 9. Вихід другого фільтрів верхніх частот 8 з'єднаний з входом другого формувача фазових імпульсів 10. Вихід першого формувача фазових імпульсів 9 з'єднаний з першим (set) входом RS - тригера 11. Вихід другого формувача фазових імпульсів 10 з'єднаний з другим (reset) входом RS - тригера 11. Перший (прямий) вихід RS - тригера 11 з'єднаний з першим входом логічного елемента І 12, а другий (реверсний) вихід RS - тригера 11 з'єднаний з другим входом числового перетворювача 20. Вихід логічного елемента І 12 з'єднаний з першим входом двійкового лічильника 13. Вихід двійкового лічильника 13 з'єднаний з першим входом числового перетворювача 20. Перший вихід числового перетворювача 20 з'єднаний з другим входом логічного елемента І 12, другий вихід числового перетворювача 20 з'єднаний з другим входом двійкового лічильника 13 та другими входами каскаду логічних елементів АБО 17, третій вихід числового перетворювача 20, що являє собою n+1 паралельних каналів, n останніх паралельних каналів якого з'єднані з другими входами каскаду логічних елементів І 16, а n перших паралельних каналів якого з'єднані з другими входами каскаду RS - тригерів 18. Вихід високочастотного випрямляча змінної напруги 14 з'єднаний з першим входом аналогового компаратору 15, вихід якого з'єднаний з першими входами каскаду логічних елементів І 16, виходи каскаду логічних елементів І 16 з'єднані з першими входами каскаду логічних елементів АБО 17, виходи каскаду логічних елементів АБО 17 з'єднані з першими

входами каскаду RS - тригерів 18, виходи каскаду RS - тригерів 18, що являє собою п паралельних каналів, з'єднані з третім входом числового перетворювача 20 та входом цифро-аналогового перетворювача 19, вихід цифро-аналогового перетворювача 19 з'єднаний з другим входом аналогового компаратору 15.

5 Четвертий та п'ятий виходи числового перетворювача 20 являються виходами двоканального пристрою контролю вологості.

Пристрій працює так. З високочастотного генератора 1 на вхід первинного вимірювального перетворювача 2, другого блока змішування фаз 6 фазоамплітудного перетворювача 4 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,

$$U_0(t), \text{ де}$$

W - вологість зразка;

A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 - деякі постійні коефіцієнти.

15 та змінює своє амплітудне значення $U_{\text{вих}} = \frac{B_1 - W \cdot B_2}{B_4 - W \cdot B_3}$, де

B_1, B_2, B_3, B_4 - деякі постійні коефіцієнти.

З виходу первинного вимірювального перетворювача 2 сигнал подається на вхід першого блока змішування фази 7 та високочастотний випрямляч змінної напруги 14.

20 Робота першого вимірювального каналу. У першому 5 та другому 6 блоках змішування фаз відбувається накладання сигналів опорні (безпосередньо від високочастотного генератора 1) та інформативні (з виходу первинного вимірювального перетворювача 2) хвилі з хвилями, що генеруються допоміжним генератором 3, сигнал з виходу якого за фазою збігаються з опорним сигналом. Коректування фази сигналу відбувається у фазоамплітудному перетворювачі 4. У результаті процедури накладання двох хвиль у першому 5 та другому 6 блоках змішування фаз на його виході з'являється складний сигнал, частота першої гармоніки якого дорівнює:

$$f_{\text{пр}} = f_{\text{дг}} - f_r,$$

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

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

f_r - частота сигналу високочастотного генератора.

30 З виходу першого 5 та другого 6 блоків змішування фаз сигнал поступає на входи першого 7 та другого 8 фільтрів верхніх частот відповідно. У фільтрах верхніх частот 5 та 6 здійснюється відфільтровування вищих гармонік складних сигналів, що поступають з виходів першого 5 та другого 6 блоків змішування фаз, тобто на входи першого 9 та другого 10 формувачів фазових імпульсів поступають сигнали, що містить 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 9 та другого 10 формувачів фазових імпульсів відповідно з'являється короткий одиничний сигнал, що подається на перший (set) та другий (reset) входи RS - тригера 11. При подачі одиничного сигналу на перший (set) вхід RS - тригера 11 відбувається його встановлення. При цьому на його прямому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який «відкриває» логічний елемент І 12, а на його реверсному виході з'являється сигнал логічного нуля, що є сигналом заборони зчитування вихідної інформації з першого вимірювального каналу, оскільки процес вимірювального перетворення є таким, що не закінчився. З другого (реверсивного) виходу RS-тригера сигнал кінця вимірювального перетворення поступає на перший вхід числового перетворювача 20. При подачі ж одиничного сигналу на другий (reset) вхід RS - тригера 11 відбувається його занулення. При цьому на його прямому виході з'являється сигнал логічного нуля, який «закриває» логічний елемент І 12, 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.

50 При подачі сигналу логічної одиниці на перший вхід логічного елемента І 12, на перший вхід двійкового лічильника 13 поступають імпульси стабільної частоти, що генеруються на першому виході числового перетворювача 20. З надходженням кожного наступного імпульсу на перший вхід двійкового лічильника 13 його вихідний код збільшується на «1». Після «закривання» логічного елемента І 12 код з виходу двійкового лічильника 13 зчитується через другий вхід числовим перетворювачем 20.

55 Робота другого вимірювального каналу. З виходу первинного вимірювального перетворювача 2 сигнал поступає на вхід високочастотного випрямляч змінної напруги 14, де

відбувається його випрямлення. З виходу високочастотного випрямляч змінної напруги 14 випрямлений сигнал поступає на перший вхід аналогового компаратора 15, де порівнюється із сигналом з виходу цифро-аналогового перетворювача 19, який поступає на другий вхід аналогового компаратора 15. На виході аналогового компаратора 15 з'являється сигнал логічної

5 одиниці у випадку, якщо рівень напруги на першому вході є вищим за рівень напруги на другому вході. У іншому випадку на виході аналогового компаратора встановлюється сигнал логічного нуля.

Якщо на виході аналогового компаратора 15 встановлено сигнал логічної одиниці, то відбувається відкривання логічних елементів I першого каскаду логічних елементів I 16, та при подачі сигналу на наступний паралельний канал третього виходу числового перетворювача 20, через відповідний логічний елемент АБО каскаду логічних елементів АБО 17 обнуляється відповідний RS - тригер каскаду RS - тригерів 14, що був встановлений при подачі сигналу на поточний паралельний канал третього виходу числового перетворювача 20. Якщо ж на виході аналогового компаратора 15 встановлюється сигнал логічного нуля, то обнуління відповідного

15 RS - тригеру каскаду RS - тригерів 18 не відбувається. При закінченні вимірювального перетворення, після подачі сигналу на останній паралельний канал третього виходу числового перетворювача 20 з виходів каскаду RS - тригерів 18 відбувається зчитування числового коду, що пропорційний поточному значенню вологості зразка, числовим перетворювачем 20 через третій вхід. Також поточний двійковий код з виходу каскаду RS - тригерів 18, подається на вхід

20 цифро-аналогового перетворювача 19, де відбувається перетворення поточного двійкового коду в величину аналогової напруги. З виходу цифро-аналогового перетворювача 19 сигнал поступає на другий вхід аналогового компаратора 15.

Після зчитування двійкових кодів з другого та третього входів числового перетворювача 20, що відповідають результатам вимірювання у першому та другому вимірювальному каналі у числовому перетворювачі відбувається порівняння вимірюваних значень вологості, та якщо отримана у каналах різниця вологості не перевищує допустимої похибки вимірювання, то на четвертий вихід числового перетворювача виводиться двійковий код, що відповідає середньому арифметичному значенню вимірюваної вологості у двох незалежних вимірювальних каналах. Якщо ж отримана у каналах різниця вологості перевищує допустимої похибки вимірювання, то на п'ятий вихід числового перетворювача 20 виводиться сигнал логічної одиниці, що є сигналом

30 про збій у роботі двоканального пристрою контролю вологості.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

35 Двоканальний пристрій контролю вологості, який містить високочастотний генератор, вихід якого з'єднаний з первинним вимірювальним перетворювачем вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, другим входом фазоамплітудного перетворювача, два блоки змішування фаз, до перших входів яких під'єднані відповідно вихід первинного вимірювального перетворювача та високочастотного генератора, допоміжний генератор, вихід якого з'єднаний з

40 першим входом фазоамплітудного перетворювача, вихід якого з'єднано з другими входами першого та другого блока змішування фаз, два фільтри верхніх частот, входи яких з'єднані відповідно з виходами першого та другого блока змішування фаз, два формувачі фазових імпульсів, входи яких з'єднані відповідно з виходами першого та другого фільтра верхніх частот, виходи першого та другого формувачів фазових імпульсів з'єднані відповідно з другим та

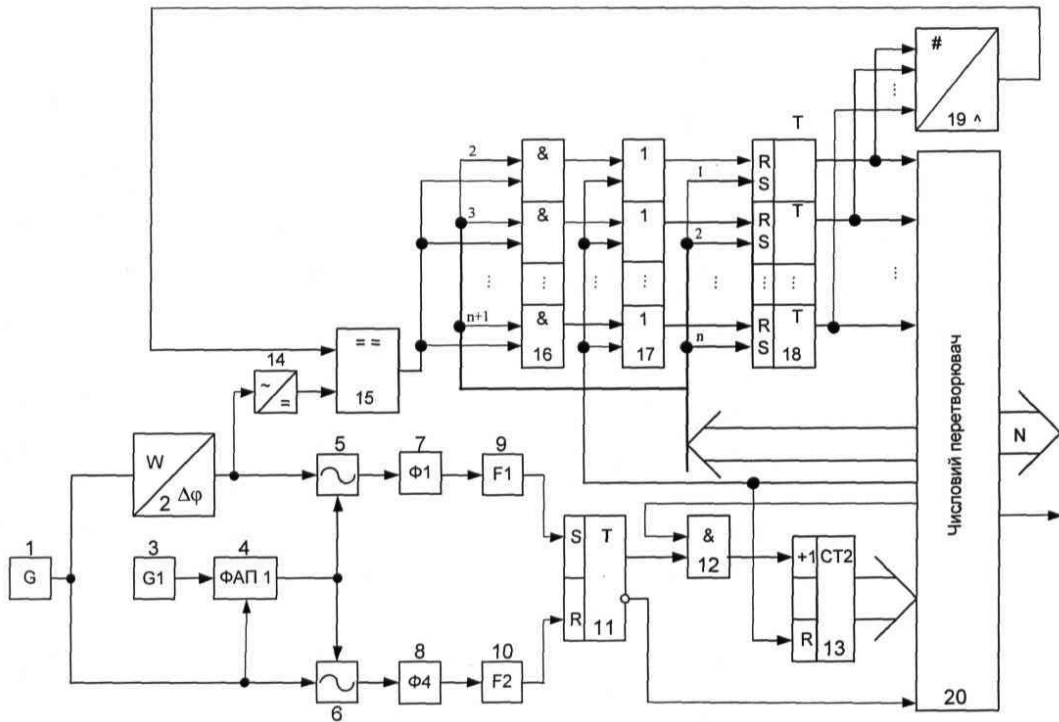
45 першим входом RS-тригера, перший вихід якого з'єднаний з першим входом логічного елемента I, а другий вихід якого з'єднаний з першим входом числового перетворювача, другий вхід логічного елемента I з'єднаний з першим виходом числового перетворювача, двійковий лічильник, перший вхід якого з'єднаний з виходом логічного елемента I, та числовий перетворювач, другий вхід якого з'єднано з виходом двійкового лічильника, а другий вихід

50 числового перетворювача з'єднано з другим входом двійкового лічильника, який **відрізняється** тим, що вихід первинного вимірювального перетворювача вологості з'єднаний з входом високочастотного випрямляча змінної напруги, вихід якого з'єднаний з другим входом аналогового компаратора, що виходом своїм з'єднаний з першими входами каскаду логічних елементів I, входи каскаду логічних елементів I з'єднані з першими входами каскаду логічних

55 елементів АБО, входи якого з'єднані з першими входами каскаду RS-тригерів, входи каскаду RS-тригерів, що являють собою n паралельних каналів, з'єднані з третім входом числового перетворювача та входом цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом аналогового компаратора, третій вихід числового перетворювача, що являє собою n+1 паралельних каналів, n останніх паралельних каналів якого з'єднані з другими входами каскаду

60 логічних елементів I, а n перших паралельних каналів якого з'єднані з другими входами каскаду

RS-тригерів, другий вихід числового перетворювача з'єднаний з другими входами каскаду логічних елементів АБО.



Комп'ютерна верстка С. Чулій

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