



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **110161**

(13) **C2**

(51) МПК

G01R 27/26 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

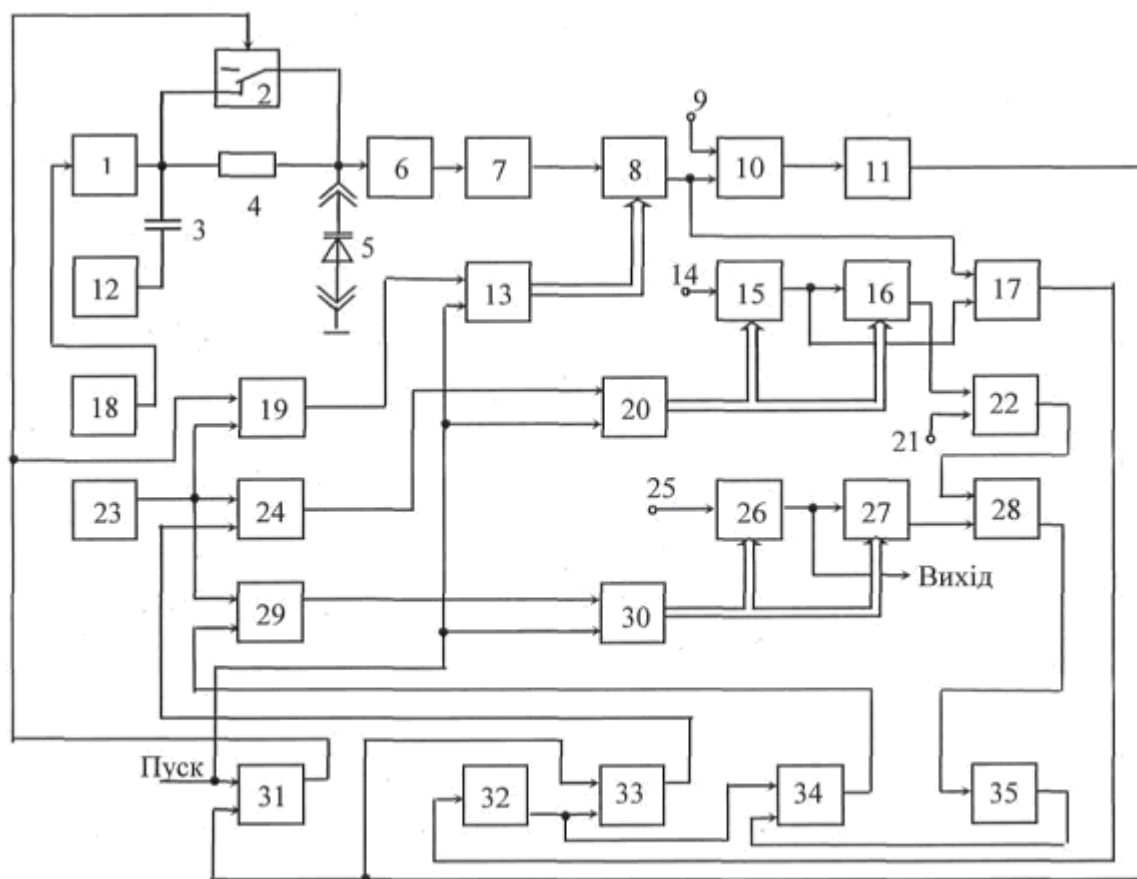
(21) Номер заявки:	а 2014 06359	(72) Винахідник(и):	Голощатов Сергій Степанович (UA)
(22) Дата подання заявки:	10.06.2014	(73) Власник(и):	ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ,
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.11.2015		пр. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000 (UA)
(41) Публікація відомостей про заяву:	25.08.2015, Бюл.№ 16	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.11.2015, Бюл.№ 22		UA 67407 A, 15.06.2004 UA 78068 C2, 15.02.2007 UA 97292 C2, 25.01.2012 SU 1465821 A1, 15.03.1989 US 4187460 A, 05.02.1980 DE 4232380 A1, 31.03.1994 EP 0166705 A2, 02.01.1986 US 4775830 A, 04.10.1988 US 4849686 A, 18.07.1989

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРУ ЄМНОСТІ

(57) Реферат:

Пристрій для виміру ємності належить до контрольно-вимірювальної техніки й може бути використаний для контролю параметрів напівпровідникових приладів. Пристрій містить генератор високої частоти, керовані підсилювачі, розділювальний конденсатор, резистор омично-ємнісного діляника, ключ, підсилювач, детектор, цифро-аналоговий перетворювач, блоки порівняння, блок вирахування, клеми для підключення опорних напруг, лічильники імпульсів, блок задання режиму, двовходові блоки збігу, генератор імпульсів, формувачі імпульсів, тригери, елемент розв'язки. Технічним результатом є виключення залежності вихідного сигналу від параметрів високочастотного тракту - підсилювача і генератора - основних джерел нестабільності.

UA 110161 C2



Фіг.

Передбачуваний винахід належить до контрольно-вимірювальної техніки й може бути використаний для контролю ємності напівпровідникових приладів.

Відомо пристрій для виміру ємності [А.с. СРСР 1367700 G01R 27/26], що містить множно-ділильний блок, вимірювальний контур, вхід якого з'єднаний з виходом блока задання режиму й генератора високої частоти, вхід, що управляє, з'єднаний з виходом джерела мінливої напруги, а вихід через підсилювач високої частоти із входом детектора, перетворювач ємності в напругу, цифро-аналоговий перетворювач, лічильник імпульсів, регістр зсуву, два керовані підсилювачі, аналоговий суматор, чотири граничні блоки, п'ять тригерів, блок вирахування, два елементи затримки, два елементи І, при цьому вихід перетворювача ємності в напругу з'єднаний з аналоговим входом цифро-аналогового перетворювача й входом другого граничного блока, цифровий вхід цифро-аналогового перетворювача з'єднаний з виходом лічильника імпульсів і входом регістру зсуву, вхід лічильника імпульсів через елемент І з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а вихід регістра зсуву з'єднано з керуючими входами двох керованих підсилювачів, вхід першого керованого підсилювача з'єднаний з клемою опорного сигналу, а його вихід з'єднаний з одним із входів аналогового суматора, інший вхід якого з'єднаний із клемою другого опорного сигналу, а вихід суматора з'єднаний із входом блока вирахування й другого керованого підсилювача, вихід якого з'єднаний із входом множно-ділильного блока, інший вхід якого з'єднаний з виходом блока вирахування, а третій вхід - з виходом детектора й іншим входом блока вирахування, вихід множно-ділильного блока через перший граничний блок з'єднаний з рахунковим входом першого тригера, вихід цифро-аналогового перетворювача з'єднаний із входами третього й четвертого граничних блоків, виходи другого й третього граничних блоків з'єднані з інформаційними входами другого й третього тригерів відповідно, рахунковий вхід другого тригера з'єднаний з інформаційним входом першого тригера й інвертуючим виходом четвертого тригера й другим входом елемента І, прямий вихід четвертого тригера з'єднаний із входом другого елемента І, інший вхід якого з'єднаний з виходом п'ятого тригера й входом скидання четвертого тригера, а вихід другого елемента І з'єднаний з керуючим входом перетворювача ємності в напругу й із входом елемента затримки, вихід якого з'єднаний із входом п'ятого тригера, з тактовим входом регістра зсуву й рахунковим входом третього тригера, інший вхід п'ятого тригера через другу схему затримки з'єднаний із шиною "Пуск", входами скидання лічильника імпульсів, першого, другого й третього тригерів, вихід четвертого граничного блока з'єднаний з встановлювальним входом четвертого тригера.

До недоліків пристрою слід віднести невисоку точність і дозволяючу спроможність при виміру ємності. Схема використовує метод ємнісно-омічного дільника, утвореного вимірюваним конденсатором і струмознімним резистором. При досить малому значенні резистора струм дільника, а отже, і напруга на резисторі пропорційні вимірюваній ємності. У зв'язку з нелінійністю об'єкта виміру, величина високочастотної напруги на ньому обмежується десятками мілівольтів. Для обмеження методичної погрішності виміру спадання напруги на струмознімному резисторі повинне бути на порядок менше [див. вимоги ДЕРЖСТАНДАРТ 18986.4-73. Діоди напівпровідникові. Методи виміру ємності.], через що вимірюваний сигнал потребує значного (близько 1000 раз) посилення, що призводить до нестабільності сигналу й появи в ньому значної шумової складової. Спроба збільшити значення сигналу, що знімається з дільника, за рахунок збільшення струмознімного резистора приводить до збільшення методичної погрішності виміру.

Найбільш близьким по своїй технічній суті до пропонованого пристрою є пристрій для виміру ємності (патент України 67407А - прототип), що містить генератор високої частоти, який через розділовий конденсатор з'єднаний з виходом блока задання режиму, послідовно з'єднані підсилювач і детектор, вихід якого підключений до аналогового входу цифро-аналогового перетворювача, цифровий вхід якого з'єднаний з виходом лічильника імпульсів, скидний вхід якого з'єднаний із шиною "Пуск", резистор, клеми для підключення досліджуваного конденсатора, два тригери, генератор імпульсів, блок затримки, дві клеми для підключення опорних напруг, блок вирахування, два керовані підсилювачі, цифрові входи яких з'єднані паралельно, два керовані підсилювачі, другий лічильник імпульсів, два тривходові блоки збігу, два блоки порівняння, третю клему для підключення опорної напруги, формувач імпульсів, при цьому вихід блока задання режиму через резистор з'єднаний із входом детектора й з першою клемою для підключення досліджуваного конденсатора, друга клема для підключення якого з'єднана із загальною шиною; перший вхід першого блока порівняння з'єднаний з першою клемою опорної напруги, вихід цифроаналогового перетворювача - із другим входом першого блока порівняння й через послідовно з'єднані перший і другий керовані підсилювачі - з першим входом блока вирахування, другий вхід якого з'єднаний із другою клемою опорної напруги, а вихід - через послідовно з'єднані третій і четвертий аналогові підсилювачі з першим входом

другого блоку порівняння, другий вхід якого з'єднаний із третьою клемою опорної напруги, а вихід - зі скидним входом першого тригера й першим входом першого блока збігу, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера, а вихід - до тактового входу другого лічильника, скидний вхід якого з'єднаний із шиною "Пуск" і настановним входом другого тригера, а вихід - із цифровими входами третього й четвертого керованих підсилювачів; встановлювальний вхід першого тригера з'єднаний зі скидним входом другого тригера й з виходом формувача імпульсів, вхід якого з'єднаний з виходом першого блока порівняння й першим входом другого блока збігу, другий вхід якого разом із третім входом першого блока збігу підключений до виходу генератора імпульсів, а вихід - до тактового входу першого лічильника, вихід другого тригера через блок затримки з'єднаний із третім входом другого блока збігу, цифрові входи цифроаналогового перетворювача, першого й другого керованих підсилювачів з'єднані паралельно, виходом пристрою є вихід третього керованого підсилювача.

До недоліків пристрою слід віднести невисоку стабільність виміру, оскільки вихідний сигнал пристрою залежить від напруги генератора й коефіцієнта підсилення підсилювача високої частоти - основних джерел нестабільності схеми. У зв'язку з нелінійністю об'єкта виміру, величина високочастотної напруги на ньому обмежується десятками мілівольтів. Схема використовує метод омично-ємнісного дільника, утвореного резистором і вимірюваним конденсатором. І, хоча співвідношення плечей дільника в прототипі співрозмірні між собою, тобто напруга, що знімається з дільника, відносно велика, вихідний сигнал дільника потребує значного посилення на частоті виміру, що породжує нестабільність вихідного сигналу пристрою в цілому.

Задача винаходу є створення пристрою для виміру ємності варикапів, у якому за рахунок конструктивних особливостей можливо було б одержати збільшення стабільності вимірювального сигналу при виміру ємності.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для виміру ємності, що містить генератор високої частоти, який через розділовий конденсатор підключений до послідовно з'єднаних резистора й вимірюваної ємності, один з виходів якої підключений до загальної шини, а другий - до входу підсилювача, вихід якого через послідовно з'єднані детектор і цифро-аналоговий перетворювач підключений до першого входу першого блока порівняння, а другий вхід - до першого джерела опорної напруги, а вихід - через формувач імпульсу - до скидного входу першого тригера й настановного входу другого тригера, шина "Пуск" підключена до встановлювального входу першого тригера й скидним входам першого й другого лічильників, вихід першого лічильника з'єднаний із цифровим входом цифро-аналогового перетворювача, вихід другого лічильника - з керуючими входами першого й другого керованих підсилювачів, включених послідовно, вихід другого керованого підсилювача підключений до першого входу блока вираховування, до другого входу якого підключено друге джерело опорної напруги, два послідовно з'єднані третій і четвертий керовані підсилювачі, цифрові входи яких з'єднані паралельно, а вихід яких підключений до першого входу другого блока порівняння, третє джерело опорної напруги, генератор імпульсів, блок задання режиму, при цьому вихід третього керованого підсилювача є виходом пристрою, додатково містить три двовходових блоки збігу, елемент розв'язки, ключ, третій лічильник, третій блок порівняння, четверте джерело опорної напруги, два формувачі імпульсів, третій тригер, настановний вхід якого з'єднаний зі скидним входом другого тригера й з виходом другого формувача імпульсів вхід якого з'єднаний з виходом третього блоку порівняння, перший вхід якого підключений до виходу цифро-аналогового перетворювача, а другий вхід - до виходу першого керованого підсилювача, вхід якого підключений до третього джерела опорної напруги, вихід блока вираховування підключений до другого входу другого блока порівняння, вхід третього керованого підсилювача підключений до четвертого джерела опорної напруги, вихід другого блока порівняння через третій формувач імпульсу підключений до скидного входу третього тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом третього блока збігу, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів і входами першого й другого блоків збігу, а вихід - з тактовим входом третього лічильника, скидний вхід якого з'єднаний із шиною "Пуск", а вихід - з керуючими входами третього й четвертого керованих підсилювачів, вихід першого тригера підключений до другого входу першого блока збігу й до керуючого входу ключа, перекидний контакт якого підключений до входу підсилювача високої частоти, а нормально замкнений контакт - у крапку з'єднання розділового конденсатора й резистора й через елемент розв'язки до виходу блока задання режиму; вихід другого тригера підключений до другого входу другого блока збігу, вихід якого з'єднаний з тактовим входом другого лічильника, вихід першого блока збігу з'єднаний з тактовим входом першого лічильника.

Зіставний аналіз із прототипом показує, що пристрій, що заявляється, відрізняється тим, що в схему додатково введені нові блоки: три двовходові блоки збігу, елемент розв'язки, ключ, третій лічильник, третій блок порівняння, четверте джерело опорної напруги, два формувачі імпульсів, третій тригер, і їх зв'язки між собою й іншими елементами схеми, що дозволило усунути залежність вихідного сигналу пристрою від напруги генератора й коефіцієнта підсилення підсилювача високої частоти, зробивши його більш стабільним.

На кресленні представлена схема пропонованого пристрою. Вона містить елемент 1 розв'язки, ключ 2, розділовий конденсатор 3, резистор 4 омично-ємнісного дільника, вимірювана ємність 5, підсилювач 6, детектор 7, цифро-аналоговий перетворювач 8, клеми 9, 14, 21 і 25 для підключення опорних напруг, блоки 10, 17 і 28 порівняння, генератор 12 високої частоти, лічильники 13, 20 і 30 імпульсів, керовані підсилювачі 15, 16, 26 і 27, блок 22 вирахування, блок 18 задання режиму, двовходові блоки 19, 24 і 29 збігу, генератор 23 імпульсів, формувачі 11, 32 і 35 імпульсів, "R-S"-тригера 31, 33 і 34.

Значення резистора 4 омично-ємнісного дільника так само, як і в прототипі, вибирають таким, щоб напруга на ньому було сумірна з напругою на вимірюваній ємності, за яку використовується варикап. Керовані підсилювачі 15, 16, 26 і 27 можуть бути зібрані на основі множинних цифро-аналогових перетворювачів, коефіцієнти передачі яких визначаються кодами, що знаходяться у лічильниках 20 і 30 відповідно. При цьому повинна дотримуватися неодмінна умова: коефіцієнти передачі підсилювачів 15, 16 і 26, 27 повинні бути попарно рівні між собою.

Генератор 12 високої частоти через розділовий конденсатор 3 підключено до послідовно з'єднаних резистора 4 і вимірюваної ємності 5, один з виходів якої підключений до загальної шини, а другий - до входу підсилювача 6 високої частоти. Вихід підсилювача 6 через послідовно з'єднані детектор 7 і цифро-аналоговий перетворювач 8 підключений до першого входу першого блока 10 порівняння, а другий вхід - до першого джерела 9 опорної напруги. Вихід блока 10 через формувач 11 імпульсу підключений до скидного входу першого тригера 31 і встановлювального входу другого тригера 33. Шина "Пуск" підключена до встановлювального входу першого тригера 31 і скидним входам першого 13 і другого 20 лічильників. Вихід лічильника 13 з'єднаний із цифровим входом цифро-аналогового перетворювача 8, вихід лічильника 20 - з керуючими входами першого 15 і другого 16 керованих підсилювачів, включених послідовно. Вихід керованого підсилювача 15 підключений до першого входу блока 22 вирахування, до другого входу якого підключено друге джерело 21 опорної напруги. Третій 26 і четвертий 27 керовані підсилювачі з'єднані послідовно, їхні цифрові входи з'єднані паралельно, вихід підсилювача 27 підключений до першого входу другого блока 28 порівняння. Настановний вхід тригера 34 з'єднаний зі скидним входом тригера 33 і з виходом формувача 32 імпульсів, вхід якого з'єднаний з виходом блоку 17 порівняння, перший вхід якого підключений до виходу цифро-аналогового перетворювача 8, а другий вхід - до виходу керованого підсилювача 16, вхід якого підключено до джерела 14 опорної напруги. Вихід блока 22 вирахування підключений до другого входу блока 28 порівняння, вхід керованого підсилювача 26 підключено до джерела 25 опорної напруги. Вихід блока 28 порівняння через формувач 35 імпульсу підключений до скидного входу тригера 34, вихід якого з'єднаний з першим входом блока 29 збігу. Другий вхід блока 29 з'єднаний з виходом генератора 23 імпульсів і входами блоків збігу 19 і 24, а вихід - з тактовим входом лічильника 20. Скидний вхід лічильника 20 з'єднаний із шиною "Пуск", а вихід - з керуючими входами керованих підсилювачів 15 і 16. Вихід тригера 31 підключений до другого входу блока 19 збігу й до керуючого входу ключа 2, перекидний контакт якого підключений до входу підсилювача 6 високої частоти, а нормально замкнений контакт - у точку з'єднання розділового конденсатора 3 і резистора 4 і через елемент 1 розв'язки до виходу блока 18 задання режиму. Вихід тригера 33 підключений до другого входу блока 24 збігу, вихід якого з'єднаний з тактовим входом лічильника 30, вихід блока 19 збігу з'єднаний з тактовим входом лічильника 13. Виходом пристрою є вихід керованого підсилювача 26.

У вихідному стані генератор 12 виробляє напругу частоти, при якій вимірюється ємність варикапа, тригера 31, 33 і 34 перебувають у нульовому стані. Ключ 2 перебуває в стані, показаному на кресленні. При включеному ключі 2 резистор 4 разом з вимірюваною ємністю 5 утворюють омично-ємнісний дільник, напруга з виходу якого надходить на вхід підсилювача 6. Посилена напруга випрямлюється детектором 7.

Із приходом імпульсу "Пуск" обнуляються лічильники 13, 20 і 30, сигнал на виході ЦАП 8, підсилювачів 15, 16, 26 і 27 дорівнює нулю. Одночасно встановлюється в "1" тригер 31, яка дає дозвіл на проходження тактових імпульсів від генератора імпульсів 23 через блок 19 збігу на вхід лічильника 13 і включає ключ 2, розмикаючи резистор 4.

При цьому напруга на вході підсилювача 6 у комплексній формі запису буде рівна:

$$U_R = \frac{U_r}{R - \frac{j}{\omega C}} \cdot \frac{-j}{\omega C} = \frac{U_r(1 - jR\omega C)}{R^2\omega^2 C^2 + 1},$$

де U_r - напруга високочастотного генератора,

R - величина резистора 4,

C - вимірювана ємність,

5 ω - кругова частота виміру.

Після посилення й детектування даного сигналу на виході амплітудного детектора 7 одержимо

$$U_\partial = \frac{U_r k_y}{\sqrt{R^2\omega^2 C^2 + 1}}, \quad (1)$$

де k_y - результуючий коефіцієнт підсилення підсилювача 6 і детектора 7.

10 Надходження тактових імпульсів на вхід лічильника 13 обумовлює ріст його коду, а отже, напруги на виході цифро-аналогового перетворювача 8. У момент рівності цієї напруги з опорною напругою, поданою на клему 9, спрацьовує блок 10 порівняння, який через формувач 11 імпульсів скидає тригер 31 і встановлює тригер 33. Вступ тактових імпульсів на вхід лічильника 13 припиняється, У цей момент буде справедлива рівність

$$15 \quad U_\partial \cdot k_1 = U_{on1}, \quad (2)$$

де k_1 - коефіцієнт передачі цифро-аналогового перетворювача 8,

U_{on1} - величина опорної напруги, поданої на клему 9.

Одночасно зі скиданням тригера 31 ключ 2 приходить у вихідний стан, замикаючи резистор 4. На виході блока 8 з урахуванням (1) і (2) сформується сигнал

$$20 \quad U_8 = U_r \cdot k_y \cdot k_1 = U_{on1} \sqrt{R^2\omega^2 C^2 + 1}. \quad (3)$$

Установившись в "1", тригер 33 дає дозвіл на проходження тактових імпульсів від генератора 23 імпульсів через блок 24 збігу на вхід лічильника 20. Код у лічильнику 20 росте доти, поки напруга на виході керованого підсилювача 15 не досягне напруги на виході цифро-аналогового перетворювача 8, тобто

$$25 \quad U_{on2} \cdot k_2 = U_8, \quad (4)$$

де U_{on2} - величина опорної напруги, поданої на клему 14,

k_2 - коефіцієнт передачі керованого підсилювача 15.

У цей момент спрацьовує блок 17 порівняння, який через формувач 32 імпульсів скидає тригер 33 і встановлює тригер 34. Подача тактових імпульсів на вхід лічильника 20 припиняється.

30 Оскільки керовані підсилювачі 15 і 16 з'єднані послідовно, на виході підсилювача 16 з урахуванням (3) і (4) одержимо

$$U_{16} = U_{on2} \cdot k_2^2 = \frac{U_{on1}^2}{U_{on2}} + \frac{U_{on1}^2}{U_{on2}} (R^2\omega^2 C^2 + 1).$$

Приймемо

$$35 \quad U_{on3} = \frac{U_{on1}^2}{U_{on2}},$$

де U_{on3} - величина опорної напруги, поданої на клему 21.

Тоді на виході блока 22 вирахування маємо

$$U_{22} = \frac{U_{on1}^2}{U_{on2}} R^2\omega^2 C^2. \quad (5)$$

40 З установкою тригера 34 дозволяється проходження тактових імпульсів на вхід лічильника 30. Код у лічильнику 30 росте доти, поки сигнал на виході керованого підсилювача 27 не досягне напруги блока 22 вирахування, тобто

$$U_{on4} \cdot k_3^2 = U_{22}, \quad (6)$$

де k_3 - коефіцієнти передачі керованих підсилювачів 26 і 27,

U_{on4} - величина опорної напруги, поданої на клему 25.

У момент рівності напруг на входах блока 28 порівняння останній через формувач 35 скидає тригер 34. Подача тактових імпульсів на лічильник 30 припиняється, на виході підсилювача 26 одержуємо з урахуванням (5) і (6) сигнал

$$U_{вих} = U_{on4} \cdot k_3 = U_{on1} \frac{\sqrt{U_{on4}}}{\sqrt{U_{on2}}} R_{\omega C}$$

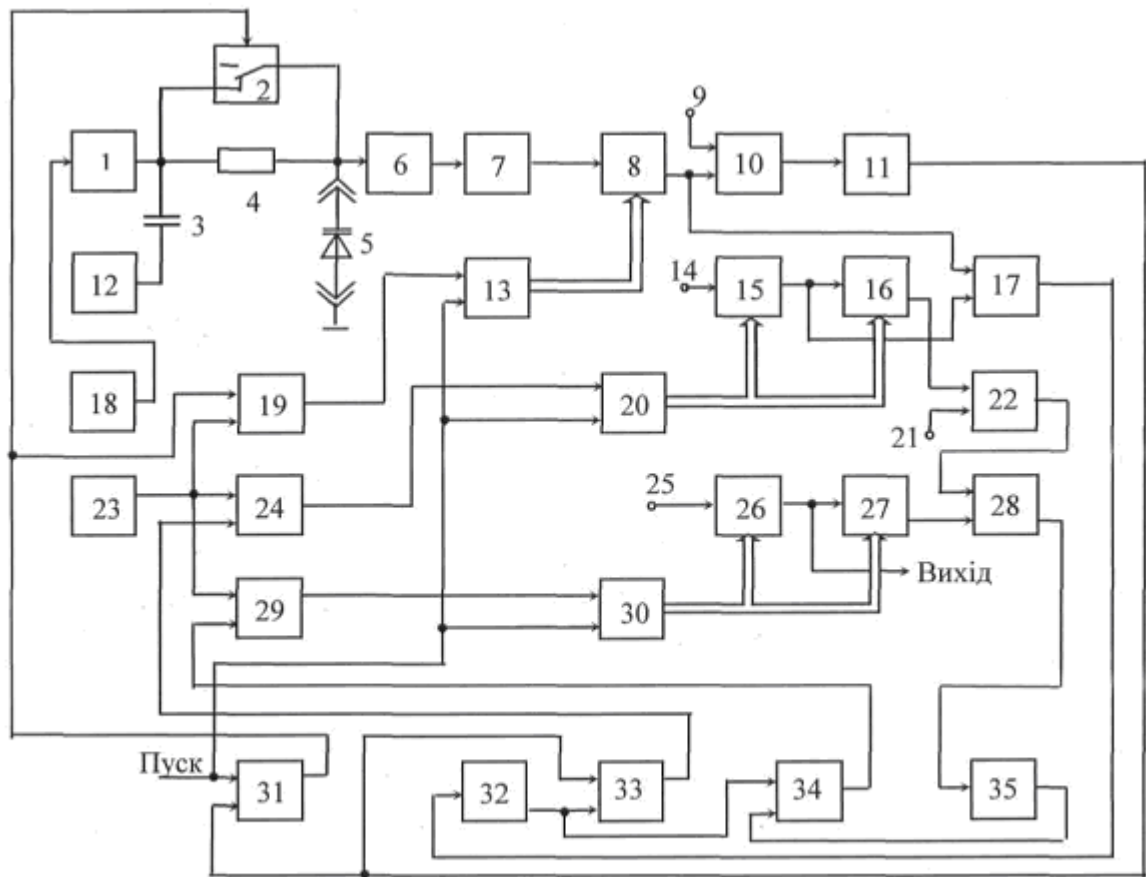
- пропорційний вимірюваній ємності C , оскільки всі інші члени, що входять у вираз - постійні величини.

Аналіз отриманого виразу показує, що вихідний сигнал пристрою не залежить від параметрів високочастотного тракту.

Таким чином, застосувавши спеціалізований обчислювач, побудований на цифрових керованих підсилювачах, одержимо на виході пристрою сигнал, пропорційний вимірюваній ємності. Використання подібного обчислювача на цифро-аналогових пристроях дає відносну простоту в порівнянні із чисто цифровими пристроями й високу точність у порівнянні з аналоговими обчислювачами. Відсутність залежності вихідного сигналу від напруги високочастотного генератора й коефіцієнта підсилення підсилювача забезпечує часову й температурну стабільність пристрою в цілому.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій для виміру ємності, що містить генератор високої частоти, який через розділовий конденсатор підключений до послідовно з'єднаних резистора й вимірюваної ємності, один з виходів якої підключений до загальної шини, а другий - до входу підсилювача, вихід якого через послідовно з'єднані детектор і цифро-аналоговий перетворювач підключений до першого входу першого блока порівняння, а другий вхід - до першого джерела опорної напруги, а вихід - через формувач імпульсу - до скидного входу першого тригера й встановлювального входу другого тригера, шина "Пуск" підключена до встановлювального входу першого тригера й скидних входів першого й другого лічильників, вихід першого лічильника з'єднаний із цифровим входом цифро-аналогового перетворювача, вихід другого лічильника - з керуючими входами першого й другого керованих підсилювачів, включених послідовно, вихід другого керованого підсилювача підключений до першого входу блока вираховування, до другого входу якого підключено друге джерело опорної напруги, послідовно з'єднані третій і четвертий керовані підсилювачі, цифрові входи яких з'єднані паралельно, а вихід яких підключений до першого входу другого блока порівняння, третє джерело опорної напруги, генератор імпульсів, блок задання режиму, при цьому вихід третього керованого підсилювача є виходом пристрою, який **відрізняється** тим, що він додатково містить три двовходових блоки збігу, елемент розв'язки, ключ, третій лічильник, третій блок порівняння, четверте джерело опорної напруги, два формувачі імпульсів, третій тригер, встановлювальний вхід якого з'єднаний зі скидним входом другого тригера й з виходом другого формувача імпульсів, вхід якого з'єднаний з виходом третього блока порівняння, перший вхід якого підключений до виходу цифро-аналогового перетворювача, а другий вхід - до виходу першого керованого підсилювача, вхід якого підключений до третього джерела опорної напруги, вихід блока вираховування підключений до другого входу другого блока порівняння, вхід третього керованого підсилювача підключений до четвертого джерела опорної напруги, вихід другого блока порівняння через третій формувач імпульсу підключений до скидного входу третього тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом третього блока збігу, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів і входами першого й другого блоків збігу, а вихід - з тактовим входом третього лічильника, скидний вхід якого з'єднаний із шиною "Пуск", а вихід - з керуючими входами третього й четвертого керованих підсилювачів, вихід першого тригера підключений до другого входу першого блока збігу й до керуючого входу ключа, перекидний контакт якого підключений до входу підсилювача високої частоти, а нормально замкнений контакт - у точку з'єднання розділового конденсатора й резистора та через елемент розв'язки до виходу блока задання режиму; вихід другого тригера підключений до другого входу другого блока збігу, вихід якого з'єднаний з тактовим входом другого лічильника, вихід першого блока збігу з'єднаний з тактовим входом першого лічильника.



Фіг.

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