



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 49699

(13) A

(51) 6 G01R27/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРУ ЄМНОСТІ

1

(21) 2002031890

(22) 07 03 2002

(24) 16 09 2002

(46) 16 09 2002, Бюл. № 9, 2002 р

(72) Лубяний Віктор Захарович, Голощапов Сергій Степанович

(73) ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для виміру ємності, що містить генератор високої частоти, вихід якого через конденсатор з'єднаний з першим виводом роздільного конденсатора і через послідовно з'єднані підсилювач і детектор - з аналоговим входом цифро-аналогового перетворювача, цифровий вхід якого з'єднаний із виходом першого лічильника імпульсів, а вихід - із першим входом першого блока порівняння, другий вхід якого сполучений з першою клемою опорної напруги, а вихід через формувач імпульсів - із скидним входом першого тригера і установним входом другого тригера, установний вхід першого тригера спільно зі скидним входом першого і другого лічильників сполучений з шиною «Пуск», другий вивід роздільного конденсатора через елемент розв'язки сполучений із блоком задання режиму і через послідовно з'єднані першу вимірювальну клему, випробуваний прилад, другу вимірювальну клему з'єднаний із загальною шиною, другий блок порівняння, генератор імпульсів, послідовно з'єднані перший і другий керовані підсилювачі, цифрові входи яких з'єднані паралельно, вихід другого керованого підсилювача з'єднаний із першим входом першого блока вирахування, другий вхід якого сполучений з другою клемою опорної напруги, послідовно з'єднані третій і четвертий керовані підсилювачі, цифрові входи яких з'єднані паралельно, вхід третього керованого підсилювача сполучений з третьою клемою опорної напруги, а вихід - з першим входом другого блока вирахування, вихід яко-

2

го є виходом пристрою, а другий вхід з'єднаний із четвертою клемою для підключення опорної напруги, який відрізняється тим, що він додатково містить ключ, три двовходових блоки збігу, третій лічильник імпульсів, третій блок порівняння, другий формувач імпульсів, клему для підключення опорної напруги, третій тригер, при цьому ключ своїми контактами сполучений паралельно конденсатору, а керуючим входом - з інверсним виходом першого тригера, прямий вихід якого з'єднаний із першим входом першого блока збігу, вихід якого з'єднаний із тактовим входом першого лічильника, а другий вхід разом із першими входами другого і третього блоків збігу сполучений з виходом генератора імпульсів, перший вхід першого блока порівняння сполучений із першим входом другого блока порівняння, другий вхід якого сполучений з виходом першого керованого підсилювача, вхід якого сполучений із п'ятою клемою для підключення опорної напруги, вихід другого блока порівняння через другий формувач імпульсів з'єднаний із установним входом третього тригера і скидним входом другого тригера, вихід якого сполучений із другим входом другого блока збігу, вихід якого з'єднаний із тактовим входом другого лічильника, вихід якого з'єднаний із керуючими входами першого і другого керованих підсилювачів, а скидний вхід з'єднаний із скидним входом третього лічильника, вихід якого сполучений з керуючими входами третього і четвертого керованих підсилювачів, вихід першого блока вирахування з'єднаний із першим входом третього блока порівняння, другий вхід якого сполучений із виходом четвертого керованого підсилювача, а вихід - із скидним входом третього тригера, вихід якого сполучений із другим входом третього блока збігу, вихід якого сполучений із тактовим входом третього лічильника

Гаданий винахід відноситься до контрольно-вимірювальної техніки і може бути використаний для контролю параметрів напівпровідникових приладів

Відомо пристрій для виміру ємності [патент України 36344А Пристрій для контролю параметрів варикапів], що містить генератор високої частоти, джерело зсуву, ємність, резистор, ключ, дру-

(19) UA (11) 49699 (13) A

гий резистор, схему з керованим коефіцієнтом передачі, клеми для підключення випробуваного приладу, підсилювач високої частоти, детектор, генератор імпульсів, ємність дільника, блок збігу, двоичний лічильник, граничний елемент, блок, що вичитає, шину для підключення опорної напруги, пускову шину, причому генератор високочастотної напруги через ємність залучений до першого резистора, другий вивід якого з'єднаний із загальною шиною, до ємності дільника і першого контакту ключа, другий контакт якого з'єднаний із першою клемою для підключення випробуваного варикапа, другим виводом ємності дільника, входом підсилювача високої частоти і через другий резистор із джерелом зсуву, вихід підсилювача через детектор з'єднаний з аналоговим входом схеми з керованим коефіцієнтом передачі, вихід якої з'єднаний із входами граничного елемента і блока, що вичитає, вихід якого є виходом пристрою, а другий вихід з'єднаний із шиною для підключення опорної напруги, вихід граничного елемента з'єднаний із керуючим входом ключа й одним із входів блока збігу, до другого входу якого залучений генератор імпульсів, вихід блока збігу сполучений із тактовим входом двоичного лічильника, R-вихід якого залучений до пускової шини, а вихід - до керуючого входу схеми з керованим коефіцієнтом передачі, друга клема для підключення випробуваного приладу сполучена з загальною шиною.

До недоліків пристрою варто віднести його відносно невисоку точність при виміру малих величин ємності (нижче 10пФ), оскільки в розрахунковій формулі пристрою не враховуються активна складова вимірювального ланцюгу, обумовлена ланцюгом розв'язки по напрузі зсуву і вхідним опором підсилювача високої частоти, паразитні ємності вимірювальних контактів і вхідна ємність підсилювача. Все це робить придатною схему для виміру з прийнятною точністю тільки ємностей щодо високого рівня - сотень пФ і вище - і з обмеженою швидкістю (через невраховану активну складову ланцюгу її значення необхідно приймати дуже значним, що негативно позначається на динамічних характеристиках пристрою в цілому).

Найбільш близьким по своїй технічній суті до запропонованого пристрою є пристрій для виміру ємності варикапів [патент України 40457А. Пристрій для виміру ємності - прототип], що містить генератор високої частоти, розділювальний конденсатор, до одному з виводів якого залучена перша вимірювальна клема, послідовно сполучені підсилювач і детектор, до виходу якого залучений аналоговий вхід цифроаналогового перетворювача, цифровий вхід якого з'єднаний із виходом лічильника імпульсів, вхід скидання якого залучений до шини «Пуск», блок вирахування, блок завдання режиму, генератор імпульсів, перший і другий керовані підсилювачі, управляючі входи яких з'єднані паралельно, блок затримки, два тригери, перша і друга клеми для підключення опорних напруг, конденсатор, два блоки порівняння, другий блок вирахування, третій і четвертий керовані підсилювачі, другий лічильник імпульсів, два триходових блоки збігу, формувач імпульсу, елемент розв'язки, третю і четверту клеми для підключення опорних напруг, при цьому вихід генератора високої

частоти через конденсатор з'єднаний із другим виводом розділювального конденсатора і входом підсилювача, вихід цифроаналогового перетворювача залучений до входу першого керованого підсилювача і першого входу першого блока порівняння, другий вхід якого залучений до першої клеми опорної напруги, а вихід до одного із входів першого блока збігу і через формувач імпульсу до скидного входу першого тригера і настановного входу другого тригера, скидний вхід якого сполучений з одним із входів другого блока збігу і виходом другого блока порівняння, перший вхід якого з'єднаний із виходом першого блока вирахування, один із входів якого залучений до другої клеми опорної напруги, а другий вхід до виходу другого керованого підсилювача, вхід якого залучений до виходу першого керованого підсилювача, керуючі входи першого і другого керованих підсилювачів з'єднані з виходом першого лічильника, тактовий вхід якого з'єднаний із виходом першого блока збігу, другий вхід якого залучений до виходу генератора імпульсів і другого входу другого блока збігу, третій вхід якого з'єднаний із виходом другого тригера, а вихід із тактовим входом другого лічильника, вихід якого сполучений із керуючими входами третього і четвертого керованих підсилювачів, третя клема опорної напруги з'єднана з першим входом другого блока вирахування, вихід якого є виходом пристрою, а другий вхід із виходом третього керованого підсилювача, четверта клема опорної напруги через послідовно з'єднані третій і четвертий керовані підсилювачі з другим входом другого блока порівняння, скидний вхід другого лічильника і настановний вхід першого тригера з'єднані із шиною «Пуск», вихід першого тригера через блок затримки з'єднаний із третім входом першого блока збігу, перша вимірювальна клема через елемент розв'язки з'єднана з блоком завдання режиму, друга вимірювальна клема залучена до загальної шини.

До недоліків пристрою варто віднести залежність вихідного вимірювального сигналу пристрою від параметрів високочастотного тракту - напруги генератора і підсилювача. І, якщо амплітуду високочастотної напруги генератора можна застabilізувати, застосувавши відповідні схемні рішення, нестабільність коефіцієнта підсилення підсилювача в пристроях подібного типу домінує в сумарній погрешності виміру. Зменшення коефіцієнта підсилення у зв'язку з використанням схеми ємнісного дільника в порівнянні зі схемою на ємнісно-омічному дільнику не знімають проблеми часового і температурного дрейфу вимірювального сигналу. Це впливає з таких розумінь.

Уявимо підсилювач Y у виді двох однакових послідовно сполучених підсилювачів Y_1 і Y_2 з кое-

фіцієнтами підсилення k'_y і k''_y відповідно. При цьому $k'_y = k''_y$.

Якщо величина дрейфу підсилювача Δk , то для підсилювача Y з урахуванням дрейфу буде справедливий вираз

$$k_y = (k'_y \pm \Delta k)^2.$$

Оскільки в реальних підсилювачах $\Delta k \ll k_y$, то, зневажаючи членами вищого порядку малості, одержимо

$$k_y \approx (k'_y)^2 \pm 2\Delta k,$$

тобто зменшення k_y в $\sqrt{k_y}$ раз веде до зменшення нестабільності підсилювача приблизно вдвічі, або зниження коефіцієнта підсилення з 1000 до 30 разів зменшить нестабільність підсилювача тільки в 2 рази.

Крім того, у постійних вираховання U_{on2} і U_{on4} також присутня залежність від коефіцієнта підсилення (а в U_{on2} навіть у квадраті), що через часовий і температурний дрейф параметрів підсилювача веде до невідповідності дійсних і необхідних констант вираховання і негативно позначається на точності пристрою в цілому.

Задачею винаходу є створення пристрою для виміру ємності варикапів, у якому за рахунок конструктивних особливостей можливо було б одержати збільшення точності при виміру ємності.

Поставлена задача досягається тим, що пристрій містить генератор високої частоти, вихід якого через конденсатор залучений до першого виводу розділювального конденсатора і через послідовно з'єднані підсилювач і детектор до аналогового входу цифроаналогового перетворювача, цифровий вхід якого з'єднаний із виходом першого лічильника імпульсів, а вихід із першим входом першого блока порівняння, другий вхід якого залучений до першої клемі опорної напруги, а вихід через формувач імпульсів до скидного входу першого тригера і настановного входу другого тригера, настановний вхід першого тригера спільно зі скидними входами першого і другого лічильників залучений до шини «Пуск», другий вивід розділювального конденсатора через елемент розв'язки залучений до блока завдання режиму і через послідовно з'єднані першу вимірювальну клему, випробуваний прилад, другу вимірювальну клему з'єднаний із загальною шиною, другий блок порівняння, генератор імпульсів, послідовно з'єднані перший і другий керовані підсилювачі, цифрові входи яких з'єднані паралельно, вихід другого керованого підсилювача з'єднаний із першим входом першого блока вирахування, другий вхід якого залучений до другої клемі опорної напруги, послідовно з'єднані третій і четвертий керовані підсилювачі, цифрові входи яких з'єднані паралельно, вхід третього керованого підсилювача залучений до третьої клемі опорної напруги, а вихід до першого входу другого блока вирахування, вихід якого є виходом пристрою, а другий вхід з'єднаний із четвертою клемою для підключення опорної напруги, ключ, три двохходові блоки збігу, третій лічильник імпульсів, третій блок порівняння, другий формувач імпульсів, клему для підключення опорної напруги, третій тригер, при цьому ключ своїми контактами залучений паралельно конденсатору, а керуючим входом - до інверсного виходу першого тригера, прямий вихід якого з'єднаний із першим входом першого блока збігу, вихід якого з'єднаний із тактовим входом першого лічильника, а другий вхід разом із першими входами другого і третього

блоків збігу залучений до виходу генератора імпульсів, перший вхід першого блока порівняння з'єднаний із першим входом другого блока порівняння, другий вхід якого залучений до виходу першого керованого підсилювача, вхід якого з'єднаний із п'ятою клемою для підключення опорної напруги, вихід другого блока порівняння через другий формувач імпульсів з'єднаний із настановним входом третього тригера і скидним входом другого тригера, вихід якого залучений до другого входу другого блока збігу, вихід якого з'єднаний із тактовим входом другого лічильника, вихід якого з'єднаний із керуючими входами першого і другого керованих підсилювачів, а скидний вхід з'єднаний із скидним входом третього лічильника, вихід якого залучений до керуючих входів третього і четвертого керованих підсилювачів, вихід першого блока вирахування з'єднаний із першим входом третього блока порівняння, другий вхід якого залучений до виходу четвертого керованого підсилювача, а вихід до скидного входу третього тригера, вихід якого з'єднаний із другим входом третього блока збігу, вихід якого залучений до тактового входу третього лічильника.

На фігурі подана схема запропонованого пристрою. Вона містить генератор 1 високої частоти, ключ 2, конденсатор 3, розділювальний конденсатор 4, вимірювальні клемі 5 і 6, підсилювач 7, детектор 8, цифроаналоговий перетворювач (ЦАП) 9, клемі 10, 17, 20, 24 і 26 для підключення опорних напруг, три блоки 11, 14 і 29 порівняння, керовані підсилювачі 18, 19, 27 і 28, блоки 21 і 25 вирахування, лічильники 13, 23 і 32 імпульсів, елемент 15 розв'язки, блок 16 завдання режиму, генератор 30 імпульсів, три двохходові блоки 12, 22 і 31 збігу, формувач 33 і 36 імпульсів, три тригери 34, 35 і 37.

Цифроаналоговий перетворювач 9 і керовані підсилювачі 18, 19, 27 і 28 можуть бути зібрані на основі цифроаналогових перетворювачів, що множать, коефіцієнти передачі яких визначаються кодами, які знаходяться в лічильниках 13, 23 і 32 відповідно. При цьому повинне дотримуватися неодмінна умова коефіцієнти передачі підсилювачів 18, 19 і 27, 28 повинні бути попарно рівні між собою.

Генератор 1 високої частоти, через конденсатор 3 залучений до першого виводу розділювального конденсатора 4 і через послідовно сполучені підсилювач 7 і детектор 8 до аналогового входу ЦАП 9. Цифровий вхід ЦАП 9 з'єднаний із виходом першого лічильника 13 імпульсів, а вихід із першим входом блока 11 порівняння, другий вхід якого залучений до першої клемі 10 опорної напруги, а вихід через формувач 33 імпульсів до скидного входу тригера 34 і настановного входу тригера 35. Настановний вхід тригера 34 спільно зі скидними входами лічильників 13 і 23 залучений до шини «Пуск». Другий вивід розділювального конденсатора 4 через елемент 15 розв'язки залучений до блока 16 завдання режиму і через послідовно з'єднані вимірювальну клему 5, випробуваний прилад, вимірювальну клему 6 сполучений із загальною шиною. Керовані підсилювачі 18 і 19 з'єднані послідовно, а їхні цифрові входи - паралельно. Вихід керованого підсилювача 19 з'єднаний із першим входом блока 21 вирахування, другий вхід

якого залучений до клеми 20 опорної напруги Керувані підсилювачі 27 і 28 також сполучені послідовно, а їхні цифрові входи - паралельно Вхід керуваного підсилювача 27 залучений до клеми опорної напруги 26, а вихід - до першого входу блока 25 вирахування, вихід якого є виходом пристрою, а другий вхід з'єднаний із клемою 24 для підключення опорної напруги Ключ 2 своїми контактами залучений паралельно конденсатору 3, а керуючим входом - до інверсного виходу тригера 34, прямий вихід якого з'єднаний із першим входом блока 12 збігу Вихід блока 12 з'єднаний із тактовим входом лічильника 13, а другий вхід разом із першими входами блоків 22 і 31 збігу залучений до виходу генератора 30 імпульсів Перший вхід блока 11 порівняння з'єднаний із першим входом блока 14 порівняння, другий вхід якого залучений до виходу керуваного підсилювача 18, вхід якого з'єднаний із клемою 17 для підключення опорної напруги Вихід блока 14 порівняння через другий формувач 36 імпульсів з'єднаний із настановним входом тригера 37 і скидним входом тригера 35, вихід якого залучений до другого входу блока 22 збігу Вихід блока 22 з'єднаний із тактовим входом лічильника 23, вихід якого з'єднаний із керуючими входами керування підсилювачів 18 і 19, а скидний вхід сполучений із скидним входом лічильника 32 Вихід лічильника 32 залучений до

керуючих входів керування підсилювачів 27 і 28 Вихід блока 21 вирахування з'єднаний із першим входом блока 29 порівняння, другий вхід якого залучений до виходу керуваного підсилювача 28, а вихід - до скидного входу тригера 37 Вихід тригера 37 сполучений із другим входом блока 31 збігу, вихід якого залучений до тактового входу лічильника 32

Порівняльний аналіз із прототипом показує, що пристрій, який заявляється, відрізняється тим, що в схему додатково введені нові блоки - ключ, три двовходові блоки збігу, третій лічильник імпульсів, третій блок порівняння, другий формувач імпульсів, клема для підключення опорної напруги, третій тригер, що дозволило усунути часовий і температурний дрейф вимірювального сигналу, тим самим підвищити точність пристрою

У вихідному стані генератор 1 виробляє напругу частоти, при якій вимірюється ємність варикапа, тригера 34, 35 і 37 знаходяться в нульовому стані, ключ 2 замкнений

З приходом імпульсу «Пуск» встановлюється в «1» тригер 34, розмикається ключ 2 і обнуляються лічильники 13, 23 і 32 Сигнал на виході ЦАП 9, підсилювачів 18, 19, 27 і 28 дорівнює нулю, на виході блока 25 вирахування формується напруга негативної полярності, що не повинна прийматися до уваги На виході детектора 8 напруга дорівнює

$$U_0 = U_z k_n \frac{\sqrt{\omega^4 C^2 r_0^4 (C + C_{ex})^2 + \omega^2 C^2 r_0^4}}{\omega^2 r_0^2 (C + C_{ex})^2 + 1} = U_z k_n \frac{\omega C r_0}{\sqrt{\omega^2 r_0^2 (C + C_{ex})^2 + 1}}, \quad (1)$$

де U_z - напруга генератора 1,
 k_n - коефіцієнт передачі підсилювача 7 і детектора 8,

ω - кругова частота виміру,

C - величина ємності конденсатора 3,

C_{ex} - еквівалентна ємність між входом підсилювача 7 і загальною шиною, що враховує вхідну ємність підсилювача C_{01} , ємність вимірювальних контактів C_{02} і ємність C_0 , що вимірюється

r_0 - активна складова дільника, що враховує вхідний опір підсилювача 7 і активний опір елемента 15 розв'язки

На виході блока 12 збігу формується потенціал, що дозволяє проходження тактових імпульсів від генератора 30 до лічильника 13 Код у зазначеному лічильнику, а, отже, напруга на виході ЦАП 9 збільшується доти, доки не досягне опорної напруги, поданої на клему 10 При цьому на виході блока 11 порівняння формується потенціал, що через формувач 33 імпульсу скидає в «0» тригер 34 і встановлює в «1» тригер 35 У цей момент буде справедливо рівенство

$$U_0 \cdot k_1 = U_{on1}, \quad (2)$$

де k_1 - коефіцієнт передачі ЦАП 9,

U_{on1} - опорна напруга, подана на клему 10

$$U_{19} = U_{on2} \cdot k_2 = \frac{U_{on1}^2}{U_{on2}} \cdot \frac{\omega^2 r_0^2 (C + C_{ex})^2 + 1}{\omega^2 r_0^2 C^2} = \frac{U_{on1}^2 (C + C_{ex})^2}{U_{on2} C^2} + \frac{U_{on1}^2}{U_{on2} \omega^2 r_0^2 C^2}.$$

З обнуленням тригера 43 замикається ключ 2 і на виході детектора 8 формується напруга

$$U_8 = U_z \cdot k_n.$$

На виході ЦАП 9 з урахуванням (1) і (2) виникне напруга

$$U_{цап} = U_8 \cdot k_1 = \frac{U_{on1} \sqrt{\omega^2 r_0^2 (C + C_{ex})^2 + 1}}{\omega C r_0} \quad (3)$$

З вмиканням у «1» тригера 35 виникає дозвіл на проходження тактових імпульсів від генератора 30 до лічильника 23 Код у зазначеному лічильнику і, відповідно, коефіцієнт підсилення керування підсилювачів 18 і 19 росте доти, доки напруга на виході підсилювача 18 не досягне напруги на виході ЦАП У цей момент буде справедливо рівенство

$$U_{on2} \cdot k_2 = U_{цап},$$

де U_{on2} - опорна напруга, подана на клему 17,

k_2 - коефіцієнт підсилення підсилювача 18

Оскільки коефіцієнти підсилення підсилювачів 18 і 19 рівні, на виході підсилювача 19 одержуємо

У отриманому виразі другий доданок - постійна величина, оскільки всі члени, що входять у нього - постійної величини

Прийнявши

$$U_{on3} = \frac{U_{on1}^2}{U_{on2} \omega^2 r_0^2 C^2}, \quad (4)$$

де U_{on3} - напруга, подана на клему 20, на виході блока 21 вираховування одержуємо

$$U_{21} = \frac{U_{on1}^2 (C + C_{ex})^2}{U_{on2} C^2}.$$

При рівності сигналів на виході ЦАП 9 і підсилювача 18 спрацьовує пристрій порівняння 14, що через формувач імпульсу 36 обнуляє тригер 35, припиняючи подачу імпульсів у лічильник 23 і встановлює у «1» тригер 37, дозволяючи проходження імпульсів у лічильник 32. У момент рівності сигналів на виході блока 21 і на виході підсилювача 28 спрацьовує блок порівняння 29, скидаючи в «0» тригер 37. Тут будуть справедливі співвідношення

$$U_{on4} \cdot k_3^2 = U_{21}$$

$$\begin{aligned} U_{27} = U_{on4} \cdot k_3 &= U_{on1} \sqrt{\frac{U_{on4}}{U_{on2}}} \cdot \frac{C + C_{ex}}{C} = \\ &= U_{on1} \sqrt{\frac{U_{on4}}{U_{on2}}} \left(1 + \frac{C_{01} + C_{02}}{C} \right) + U_{on1} \sqrt{\frac{U_{on4}}{U_{on2}}} \frac{C_x}{C} \end{aligned}$$

Оскільки в отриманому виразі перший доданок - постійна величина, приймаючи значення опорної напруги, поданої на клему 24, рівне

$$U_{on2} = U_{on1} \sqrt{\frac{U_{on4}}{U_{on2}}} \left(1 + \frac{C_{01} + C_{02}}{C} \right) \quad (5)$$

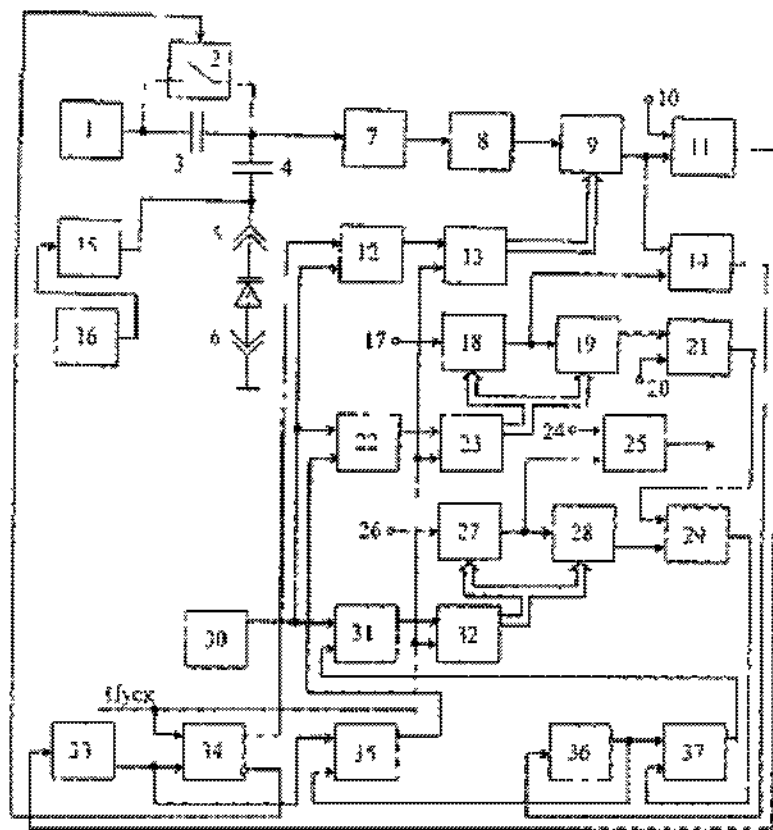
на виході блока 25 одержуємо

$$U_{out} = U_{on1} \sqrt{\frac{U_{on4}}{U_{on2}}} \frac{C_x}{C}$$

- вихідний сигнал, пропорційний ємності

При цьому в отриманому виразі відсутні параметри високочастотного тракту - генератора і підсилювача. Також вони відсутні й у постійні вираховування - виразах (4) і (5).

Таким чином, введення ключа і додаткової операції урівноважування на ЦАП9 і лічильнику 13 дозволило усунути залежність вихідного сигналу від часового і температурного дрейфу високочастотного тракту, тим самим підвищити точність і стабільність результатів виміру



Фіг.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
 вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
 (044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
 вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
 (044) 216 – 32 – 71