



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42867 (13) U  
(51) МПК (2009)  
H03H 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) РЕАКТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ

1

(21) u200901538

(22) 23.02.2009

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) ЛІЩИНСЬКА ЛЮДМИЛА БРОНІСЛАВІВНА,  
БАРАБАН МАРІЯ ВОЛОДИМИРІВНА, ФІЛИНЮК  
МИКОЛА АНТОНОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Реактивний елемент, що містить перший  
польовий транзистор, витік якого з'єднаний з за-  
гальною шиною, між затвором і загальною шиною

2

включено перший конденсатор, затвор через пер-  
ший резистор з'єднаний з керуючою клемою, витік  
через другий резистор підключений до клеми жив-  
лення, яка через другий конденсатор з'єднана з  
загальною шиною, а стік через третій конденсатор  
з'єднаний з сигнальною клемою, який **відрізня-**  
**ється** тим, що введено другий польовий транзис-  
тор, витік якого з'єднаний з загальною шиною, стік  
з'єднаний з стоком першого польового транзисто-  
ра, затвор через четвертий конденсатор з'єднаний  
з загальною шиною і через третій резистор з'єдна-  
ний з керуючою клемою.

Корисна модель відноситься до галузі радіо-  
техніки і може бути використана як елемент коли-  
вального контуру.

Відомий реактивний елемент, в якому викори-  
стовується напівпровідниковий діод як електричну  
керовану ємність [М.С. Гусятинер, А.И. Горбачев.  
Полупроводниковые сверхвысокочастотные дио-  
ды. -Москва: Радио и связь, 1983, ст.93-103].

Недоліком даного елемента є низька доброт-  
ність і неможливість отримання на його клеммах  
індуктивного опору.

Відомий реактивний елемент на базі чоти-  
ррохшарової напівпровідникової структури, який  
забезпечує індуктивний високо добротний опір на  
клеммах [Серьезнов А.Н., Степанова Л.Н., Василь-  
ченко Л.М. Управляемые аналоги индуктивности  
на структурах р-п-р-п типа. Полупроводниковая  
электроника в технике и связи. Сборник статей.  
Под редакцией И.Ф. Николаевского - Москва:  
Радио и связь, 1990, вып. 28, ст. 20-28].

Недоліком даного елемента є низька темпера-  
турна стабільність пов'язана з наявністю послідов-  
но включених 3-х р-п-переходів і роботою в лавин-  
ному режимі.

Найбільш близьким до запропонованого при-  
строю є реактивний елемент, який містить перший  
польовий транзистор витік якого з'єднаний з за-  
гальною шиною, між затвором і загальною шиною  
включено перший конденсатор, затвор через пер-  
ший резистор з'єднаний з керуючою клемою, витік  
через другий резистор підключений до клеми жив-  
лення, яка через другий конденсатор з'єднана з  
загальною шиною, а стік через третій конденсатор

з'єднаний з сигнальною клемою [Филинук Н.А.  
Активные СВЧ фильтры на транзисторах. - М.:  
Радио и связь, 1987, ст. 64, рис. 24 и].

Недоліком даного пристрою є неможливість  
реалізувати на його клеммах керованого індуктивно-  
го і ємнісного високо добротного опору.

В основу корисної моделі поставлено задачу  
розробки такого реактивного елемента, в якому за  
рахунок введення нових елементів та зв'язків між  
ними досягається реалізувати на його клеммах ке-  
рованого індуктивного і ємнісного високо доброт-  
ного опору.

Поставлена задача вирішується тим, що в ре-  
активний елемент, який містить перший польовий  
транзистор витік якого з'єднаний з загальною ши-  
ною, між затвором і загальною шиною включено  
перший конденсатор, затвор через перший резис-  
тор з'єднаний з керуючою клемою, витік через дру-  
гий резистор підключений до клеми живлення, яка  
через другий конденсатор з'єднана з загальною  
шиною, а стік через третій конденсатор з'єднаний з  
сигнальною клемою, введено другий польовий  
транзистор, витік якого з'єднаний з загальною ши-  
ною, стік з'єднаний з стоком першого польового  
транзистора, затвор через четвертий конденсатор  
з'єднаний з загальною шиною і через третій резис-  
тор з'єднаний з керуючою клемою.

На кресленні наведено схему електричну  
принципову реактивного елемента.

Пристрій містить перший польовий транзистор  
1, витік якого з'єднаний з загальною шиною 2, між  
затвором і загальною шиною 2 включено перший  
конденсатор 3, затвор через перший резистор 4

(19) UA (11) 42867 (13) U

з'єднаний з керуючою клемою 5, витік через другий резистор 6 підключений до клеми живлення 7, яка через другий конденсатор 8 з'єднана з загальною шиною 2, а сток через третій конденсатор 9 з'єднаний з сигнальною клемою 13, другий польовий транзистор 10, витік якого з'єднаний з загальною шиною 2, сток з'єднаний з стоком першого польового транзистора 1, затвор через четвертий конденсатор 11 з'єднаний з загальною шиною 2 і через третій резистор 12 з'єднаний з керуючою клемою 5.

Пристрій працює наступним чином. Використовується узагальнений перетворювач імпедансу на транзисторі 1, працюючий в режимі перетворювача імпеданса з спільним витоком. В результаті прямого перетворення ємності 3 вихідний імпеданс між витоком і стоком володіє індуктивним і ємнісним високо добротним опором. Вихідний опір реактивного елемента визначається з виразу:

$$Z_{\text{вих}} = Z_{22} - \frac{Z_{12}Z_{21}}{Z_{11} + Z_{\Gamma}} \quad (1),$$

в якості генератора навантаження використано перший конденсатор 3, для якого:  $Z_{\Gamma} = \frac{1}{j\omega C_{\Gamma}}$  (2).

Реалізація на клемах реактивного елемента керованого індуктивного і ємнісного високо добротного опору буде можлива при виконанні умов:  $Z_{22} \rightarrow 0$ ,  $Z_{11} \rightarrow 0$ , тобто коли  $Z_{11} \ll Z_{\Gamma}$  тоді:

$$Z_{\text{вих}} = -\frac{Z_{12}Z_{21}}{Z_{\Gamma}}.$$

$Z_{12}$  і  $Z_{21}$  через дійсну та уявну складові і знайдемо їх добуток:  $Z_{12} = R_{12} + jX_{12}$ ,  $Z_{21} = R_{21} + jX_{21}$ ,  $Z_{12}Z_{21} = (R_{12} + jX_{12})(R_{21} + jX_{21}) = (R_{12}R_{21} - X_{12}X_{21}) + j(X_{12}R_{21} + X_{21}R_{12}) = -T_u$ , звідки коефіцієнт інверсії буде визначатись з співвідношення:  $T_u = (X_{12}X_{21} - R_{12}R_{21}) - j(X_{12}R_{21} + X_{21}R_{12})$  (3). Визначаємо вихідний опір через коефіцієнт інверсії:

$$Z_{\text{вих}} = \frac{(X_{12}X_{21} - R_{12}R_{21}) - j(X_{12}R_{21} + X_{21}R_{12})}{Z_{\Gamma}} \quad (4),$$

де  $\text{Re}T_u = X_{12}X_{21} - R_{12}R_{21}$ ,  $-j\text{Im}T_u = j(X_{12}R_{21} + X_{21}R_{12})$  (5). Підставивши в формулу 4 формули 5 та 2 отримаємо  $Z_{\text{вих}} = (\text{Re}T_u - j\text{Im}T_u)j\omega C_{\Gamma} = j\omega C_{\Gamma}\text{Re}T_u + \omega C_{\Gamma}\text{Im}T_u$ . Таким чином ми отримали індуктивну складову  $j\omega C_{\Gamma}\text{Re}T_u$  та опір  $\omega C_{\Gamma}\text{Im}T_u$  який може змінювати своє значення від від'ємного до додатного в залежності від значення параметру  $Z_{21}$ . Другий резистор 6 та другий конденсатор 8 представляють собою фільтр нижніх частот. Третій конденсатор 9 є розв'язуючим, пропускає тільки змінний струм. При подачі напруги оберненої полярності на керуючу клему 5 перший 1 та другий 10 транзистори 3 є закритими і працюють як інвертори імпедансу, ємність першого 3 та четвертого 11 конденсаторів перетворюються в індуктивність і від'ємний опір. При подачі напруги прямої полярності на керуючу клему 5 перший 1 та другий 10 транзистори працюють в режимі конвертора імпедансу, ємність першого 3 та четвертого 11 конденсаторів перетворюються в ємність і від'ємний опір.

